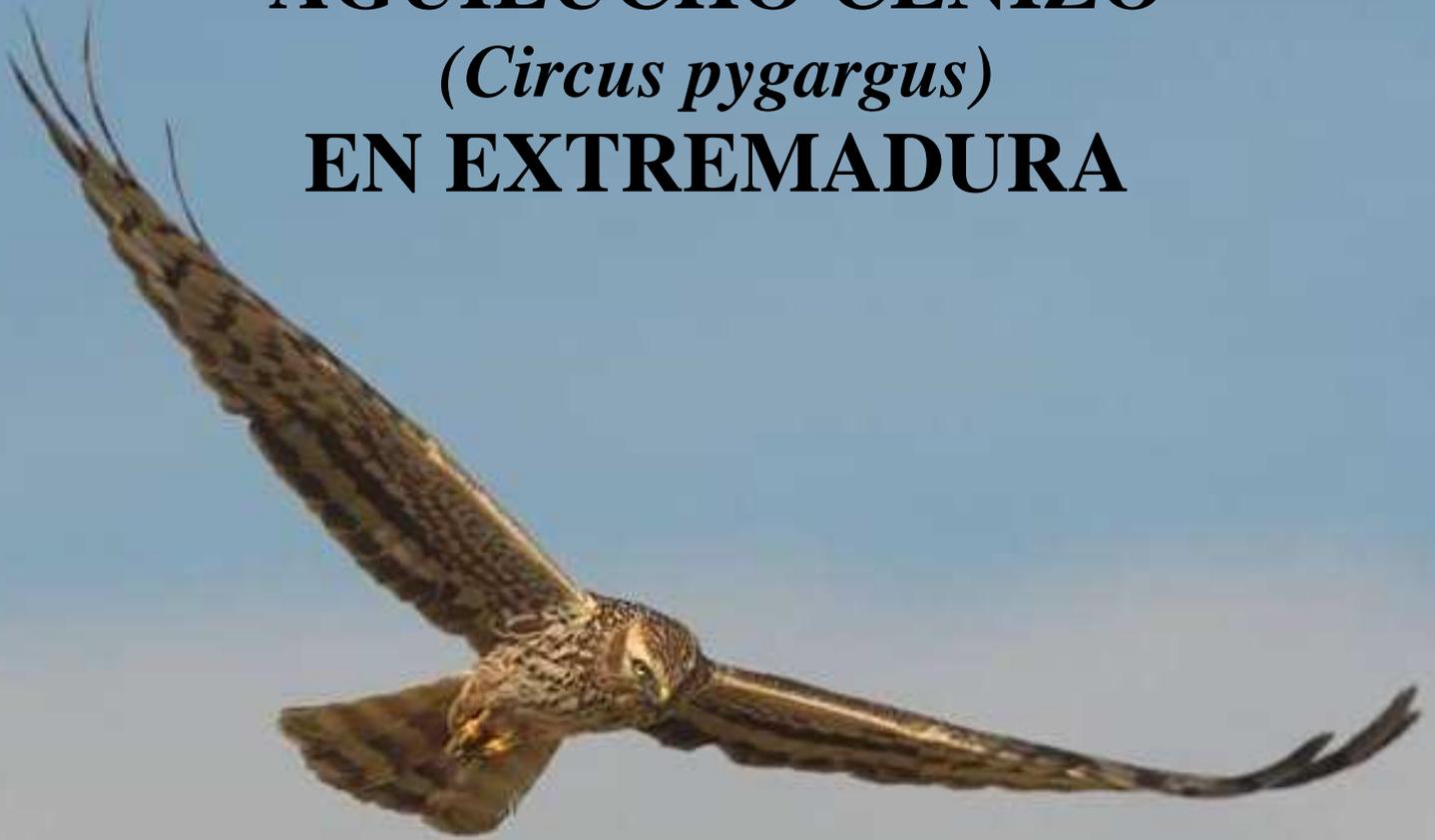


# ESTUDIO DE LA ECOLOGÍA POBLACIONAL DEL AGUILUCHO CENIZO (*Circus pygargus*) EN EXTREMADURA



## AUTORES:

Beatriz Arroyo<sup>1</sup>, Antonio Pinilla<sup>2</sup>, Francois Mougeot<sup>1</sup>, Fergus Crystal<sup>2</sup> y Alvaro Guerrero<sup>2</sup>

1- IREC (CSIC-UCLM-JCCM), Ronda de Toledo s/n, 13005 Ciudad Real

2- AMUS, Apdo 6, Villafranca de los Barros, Badajoz

## DIRECCIÓN TÉCNICA DEL ESTUDIO:

Servicio de Conservación de la Naturaleza y Espacios Naturales Protegidos, Junta de Extremadura.

## INDICE

1. Introducción	3
2- Objetivos	7
3- Metodología	8
3.1- Selección de las zonas de estudio	8
3.2- Recursos utilizados	9
3.3- Calendario de actividades	12
3.4- Medidas de gestión/cosecha	13
3.5- Capturas	14
3.6-Tracking	19
3.7- Selección de hábitat	23
3.8- Análisis de egagrópilas	24
3.9- Observaciones en los nidos	25
3.10- Estado sanitario	26
3.11- Análisis de la dispersión juvenil	30
4- Resultados y discusión	31
4.1- Reproducción	31
4.2- Superficie de las zonas de campeo y distancias de caza	32
4.3-Dieta	35
4.4- Selección de hábitat de caza	41
4.5- Estado sanitario de los aguiluchos	44
4.6- Dispersión natal	46
5- Conclusiones y sugerencias de gestión	50
6. Referencias	51
ANEXO 1- Ficha de captura	
ANEXO 2 – Mapas de observaciones de individuos marcados	

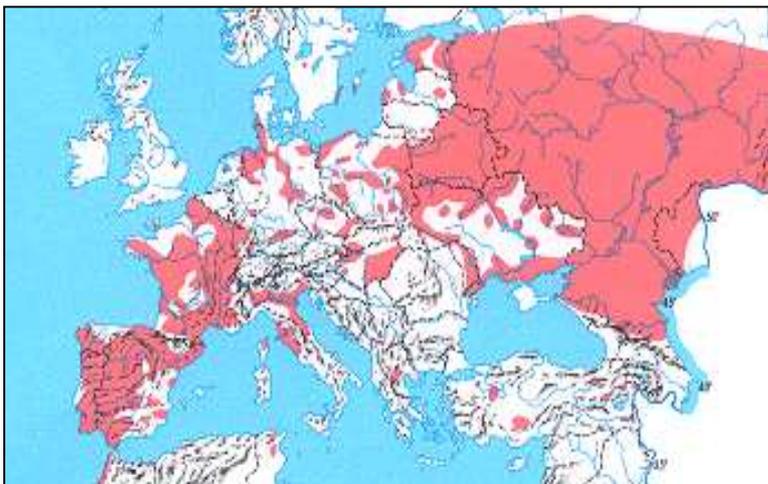
## **1.- INTRODUCCION**

El presente estudio se realiza con el objetivo de contar con una base científica para la adecuada gestión y conservación del Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), una especie catalogada en Extremadura como “Sensible a la Alteración de su Hábitat” ya que sus principales amenazas se derivan de su estrecha dependencia de los cultivos cerealistas y la intensificación de la agricultura.

### ***ALGUNOS DATOS SOBRE LA ESPECIE***

#### ***Distribución y tendencias poblacionales***

El aguilucho cenizo es una especie migratoria que durante la época de reproducción se distribuye por gran parte del Paleártico, desde Europa Occidental hasta las estepas de Asia central (Kazakhstan y Mongolia). La información sobre números y tendencias para la especie fuera de Europa son escasos y poco fiables. En Europa occidental, las poblaciones más importantes aparecen en Francia (4000-5.000 parejas reproductoras) y la Península Ibérica (5.000-7000 parejas reproductoras) (Ferrero, 1995; Millon et al. 2004, Palma, 1985, Arroyo y García 2008).



En España aparece como nidificante en casi todo el territorio nacional, excepto en el sector SE de la Península, y en la parte atlántica de la cordillera cantábrica (García & Arroyo, 2003). La especie nidifica normalmente en cultivos de cereal, principalmente trigo y cebada.

Aproximadamente el 20% de los aguiluchos nidificantes en España ocupan terrenos de vegetación natural (brezales, coscojares, jarales, prados de montaña, humedales...), sobre todo en áreas más o menos montañosas del noroeste de la Península y en la costa oriental (Arroyo & García, 2008).

Dentro de España, las poblaciones más importantes se localizan en el oeste peninsular, concretamente en Extremadura, Castilla-León y Andalucía.

La especie puede sufrir grandes fluctuaciones anuales a nivel local, pero éstas no son sincronas en todas las regiones de España (Campaña Nacional, García & Arroyo 2002). Existe, pues, la posibilidad de que los efectivos se desplacen entre zonas de un año a otro, lo que hace difícil la evaluación de las tendencias nacionales en la ausencia de datos regulares obtenidos simultáneamente a gran escala. No obstante, existen suficientes datos para deducir que la tendencia de la población sería alarmante en la ausencia de medidas de conservación (Arroyo et al., 2002). Estos datos están basados en simulaciones de la dinámica poblacional

en función de la supervivencia adulta (conocida a través de marcas alares) y la productividad observada en zonas agrícolas de la península Ibérica y Francia. Datos semejantes se han obtenido para otro país, Holanda (Koks et al., 2001).

En Extremadura, un censo parcial en 1993 produjo unas estimas de 800-1.100 pp. para la Comunidad (Calderón et al., 1995; Ferrero, 1995). En 2001 otro censo parcial (cubriendo 50% de la superficie total de Extremadura pero abarcando las mejores zonas aguilucheras) obtuvo 633-645 pp., (FOTEX, 2001.). Otro censo en el 2006 obtuvo la detección de 660 parejas, que ofrecían una estima poblacional para la CCAA de 900-1100 pp. En este sentido, podría suponerse que la población extremeña es más o menos estable a medio plazo, aunque puede sufrir grandes fluctuaciones entre años. Estos datos confirman también que Extremadura es uno de los bastiones de la especie dentro de España.

## Ecología

El aguilucho cenizo es un migrador transahariano obligado. Los efectivos de la Península Ibérica y del oeste de Europa en general invernan en el oeste africano (García & Arroyo 1998), sobre todo en el límite entre Senegal, Mali y Mauritania (Limiñana et al. datos no publicados de individuos con emisores satélite). Aparece en la Península a finales de Marzo o principios de Abril. Las puestas ocurren entre mediados de Abril (zonas meridionales) y mediados de mayo (zonas septentrionales). La incubación dura unos 30 días, los primeros vuelos de los pollos tienen lugar 32 días tras la eclosión, y los pollos son dependientes de los padres durante unas tres semanas después de los primeros vuelos (Arroyo et al. 2004). Los individuos desaparecen de las zonas de cría hacia mediados de Julio, cuando comienzan a observarse cruzando el Estrecho de Gibraltar, aunque el pico de emigración en el Estrecho es a finales de Agosto-principios de Septiembre (Finlayson 1992). Entre el abandono de las zonas de cría y su paso hacia los cuarteles de invernada se dispersan por la Península, concentrándose en ciertas zonas óptimas, aparentemente asociadas a zonas húmedas (datos inéditos de marcas alares).



La especie cría fundamentalmente en cultivos de cereal en la península Ibérica (Ferrero, 1995). Los nidos se construyen en el suelo, lo que hace la especie particularmente vulnerable a pérdidas de huevos o pollos en el momento de la cosecha, debido a mortalidad por mecanización o a la predación. Si la puesta se pierde por predación u otras causas, pueden existir puestas de reposición, particularmente si

el fracaso reproductor ocurre relativamente pronto durante el ciclo reproductor. No obstante, las puestas de reposición no son frecuentes si el fracaso ocurre más tarde y, en cualquier caso, el éxito reproductor de las puestas de reposición es bastante bajo, fundamentalmente porque las puestas tardías (tanto en primeras como en segundas puestas) suelen tener un éxito reproductor bajo (Arroyo 1995, Castaño 1996).

La especie es colonial, y por tanto la distribución espacial es muy irregular, apareciendo en grandes densidades en ciertas zonas, y pudiendo estar ausente de otras con condiciones en principio adecuadas para la reproducción (Arroyo 1995).

La dieta de los aguiluchos cenizos incluye un amplio abanico de presas, pero se “especializan” localmente en ciertos tipos de presas (Arroyo 1997). Los micromamíferos son muy importantes en las zonas en las que pueden formar plagas, como el centro-norte de Europa o Castilla-León en ciertos años. En el resto de la Península, los paseriformes son particularmente importantes en el centro y este (Sánchez-Zapata & Calvo 1998), los insectos en el sur, sobre todo en Extremadura y el sur de Portugal (Hiraldo et al. 1975, Corbacho et al. 1995, Franco et al. 1998), y los lagomorfos en zonas donde estos son muy abundantes, como ciertas zonas de Madrid o Castilla-La Mancha (Castaño 1996, Arroyo 1997). Globalmente, la abundancia de alimento es determinante para la especie a todos los niveles del ciclo anual.

La densidad de reproductores en una zona determinada depende estrechamente de la cantidad de alimento en el momento de la llegada de los cuarteles de invernada, sobre todo en zonas donde la abundancia de alimento fluctúa enormemente de un año a otro (Salamolard et al. 2000, Koks et al., 2007). Igualmente, el éxito reproductor depende de la cantidad de alimento durante el verano (Arroyo 1998; Corbacho & Sánchez 2000; Salamolard et al. 2000; Millon et al. 2002; Koks et al. 2007). La madurez sexual se alcanza al año de edad en el caso de las hembras y a los dos en el caso de los machos, aunque la mayoría de las hembras no empiezan a criar hasta los dos años de edad, y los machos de media a los tres años de edad (Arroyo et al. 2004).



La probabilidad de que los individuos jóvenes críen depende de la cantidad de alimento: en años/zonas de poca comida, sólo los individuos adultos crían (Arroyo et al. 2007). Finalmente, no hay estudios que indiquen si la supervivencia durante el invierno depende también de la comida en invierno, pero esto es probable. Los aguiluchos españoles invernán en su totalidad en el oeste de África, en la zona del Sahel, donde parecen alimentarse fundamentalmente de ortópteros. Es posible que la supervivencia de los adultos sea particularmente baja en años en los que no hay langosta (*Locusta migratoria*), o bien en años donde hay tanta que se hacen tratamientos insecticidas intensivos.

Existe una gran dispersión natal (los pollos nacidos en una zona tienden a dispersarse, y su zona de reproducción está alejada de la zona de nacimiento) (Arroyo 2002; Arroyo & Bretagnolle 2000). Esta dispersión parece ser mayor para las hembras que para los machos, al menos en Francia (Bretagnolle et al., datos no publicados). En al menos una zona, la proporción de individuos que vuelve a criar a la zona de nacimiento depende también de la cantidad de alimento, siendo mayor para los pollos nacidos en años de mayor abundancia de alimento (Arroyo 2002).

En cambio, una vez elegido el sitio de la primera reproducción, los individuos tienden a volver a la zona general de cría (aunque no necesariamente al sitio exacto). Se han observado individuos marcados como reproductores en zonas distantes varios cientos de km, y hay intercambios probados entre Alemania y Holanda, España y Francia, oeste de Francia y este de Francia (datos inéditos, varios autores). Todo ello indica que nos encontramos con poblaciones mezcladas entre zonas, e incluso que las poblaciones españolas están potencialmente mezcladas con las francesas y las portuguesas. Las recolonizaciones son posibles, pero al mismo tiempo zonas en las que la productividad sea muy baja pueden estar funcionando como sumideros de la población a mayor escala.



Aunque existe abundante información sobre aspectos de la biología poblacional de la especie, **se conoce relativamente poco de la ecología de la especie en Extremadura, y esta información local es importante para una gestión adecuada**, ya que esta especie cambia de estrategias en función de las condiciones ambientales a las que está expuesta. Uno de los parámetros críticos para una adecuada gestión, y del que se dispone de menos información (tanto general como local) para la especie, es **la selección de hábitats para la búsqueda de alimento**, y en qué medida estos parámetros cambian en función de la gestión agrícola. Es también importante, con vistas a la sostenibilidad de las medidas de protección de los nidos frente a la cosecha del cereal, **determinar cuál es la eficacia relativa de ciertas medidas de protección** (evaluando el aumento de productividad, así como el coste económico necesario para realizarlos). Finalmente, es importante **evaluar hasta qué punto los parámetros poblacionales del aguilucho cenizo** (productividad, supervivencia adulta o juvenil, movilidad, etc) **en Extremadura difieren de los observados en otras zonas** de su distribución geográfica. Para determinar estos aspectos, se requiere la realización de radioseguimiento de individuos reproductores, además del estudio y valoración de parámetros biológicos relacionados con la población de la especie en Extremadura.

## **2.- OBJETIVOS:**

- Determinación de los hábitats seleccionados para la caza en zonas con distinto hábitat agrícola. Determinación de la superficie de la zona de campeo de los individuos reproductores para determinar el área utilizada alrededor de las colonias, los usos del suelo preferidos para la caza, y si estos parámetros varían en función de las presas seleccionadas.
- Caracterización de la dieta en función del hábitat agrícola.
- Comparación del éxito reproductor en colonias con manejo tradicional frente a la cosecha, y otras en las que se contrate con los agricultores un retraso de cosecha.
- Evaluación de la productividad y evolución temporal de la especie en Extremadura en función de los cambios de usos del suelo y agricultura.
- Determinación del estado sanitario de los individuos reproductores (como indicación de factores que puedan estar afectando a la supervivencia adulta).
- Evaluación de la dispersión juvenil, a través de la compilación y análisis de las observaciones de individuos marcados realizados en toda la península ibérica en la última década.
- Análisis e interpretación de los datos obtenidos y la consiguiente elaboración de estudios y conclusiones para establecer criterios para la conservación del Aguilucho cenizo así como para la gestión, ordenación y desarrollo sostenible de la zona objeto de estudio.
- Elaboración de directrices para el diseño del Plan de Conservación de la especie en Extremadura. Revisión del borrador existente.
- Elaboración de una memoria final en la que detallen resultados del trabajo: factores que influyen en la distribución y extensión de los territorios de caza del Aguilucho; análisis del uso del espacio en relación con las características del hábitat y con los ciclos estacionales de los cultivos; potencialmente: examen de las relaciones entre las estrategias de caza, el éxito obtenido y la abundancia y disponibilidad de presas en diferentes tipos de medios agrícolas; estudio de la dispersión juvenil y adulta; evaluación de las posibles estrategias de conservación del aguilucho y otras aves de presa de Extremadura asociadas a medios agrícolas tradicionales en el contexto de las políticas agrarias y medioambientales así como una serie de directrices básicas para la correcta conservación de la especie en la Comunidad extremeña.



### **3.- METODOLOGIA**

#### **3.1.- SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO**

Tras hacer diferentes recorridos por las zonas de estudio se han seleccionado tres zonas de estudio con tres hábitats diferentes.

- **CAMPIÑA SUR:** Zona de cultivo intensivo de cereal con usos agrarios. La colonia de estudio está situada en la finca “La Charneca” en el TM de Usagre.
- **LA SERENA:** Zona cerealista con grandes pastizales y usos ganaderos. Colonia “La Milanera” situada en el TM de Campanario.
- **TIERRA DE BARROS:** Zona dedicada en casi su totalidad al monocultivo intensivo de vid y olivo, con algunas manchas de cereal a modo de islas cada vez más menguadas. La colonia de estudio se denomina “El Carnerín” y está situada en el TM de Villafranca de los Barros.



### 3.2.- RECURSOS UTILIZADOS

Se han destinado al estudio todos los medios humanos y materiales necesarios para desarrollar adecuadamente las actuaciones comprendidas en el trabajo técnico. CESEX ha puesto a nuestra disposición todos los medios humanos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos en los términos descritos en el convenio previo al proyecto.

#### RECURSOS HUMANOS

Los medios humanos que han participado en la elaboración y ejecución del estudio son los siguientes:

- Coordinación por parte de la Dirección General del Medio Natural.
  - Ángel Sánchez García. Director de Programas Europeos del Servicio de Conservación de la Naturaleza y Espacios Naturales Protegidos.
  - María Jesús Palacios González. Jefa de Sección de Vida Silvestre del Servicio de Conservación de la Naturaleza y Espacios Naturales Protegidos.
- Personal por parte de CESEX.
  - Carlos Miranzo Torres. Jefe de Área de Agroambiente.
  - David Machón Torrado. Jefe de Proyecto.
  - Antonio José Pinilla Torres. Técnico Adscrito al Proyecto.
  - Álvaro Guerrero Mayo. Técnico Adscrito al Proyecto.
  - Jhon Fergus Crystal. Técnico Adscrito al Proyecto.
- Colaboradores:
  - Beatriz Arroyo López (IREC, CSIC). Asesor Científico del Proyecto.
- Otros colaboradores especializados;
  - Luis Lozano (DGMN)
  - François Mougeot, Rafael Mateo y Julien Terraube (IREC, CSIC).
  - Centro para la Recuperación de Fauna Protegida y Cría en Cautividad de Aguiluchos de AMUS (centro colaborador de la DGMN de la Junta de Extremadura).
  - Pedro Jiménez Gómez y José Esteban García de los Ríos. Departamento de Microbiología Facultad de Farmacia Universidad San Pablo Ceu de Madrid.

Además, durante la fase de captura de individuos y colocación de radiotransmisores, hemos contado con suficientes ayudantes de campo y colaboradores para poder cumplir todos los requisitos del estudio en el tiempo necesario. Raúl Alonso, Luis Palomares, M<sup>a</sup> José Caballero, Iván García, Jose M<sup>a</sup> Blázquez y Alfonso Mamán de BRINZAL (Centro de Recuperación de Rapaces Nocturnas)



## RECURSOS MATERIALES

Para realizar el presente estudio, hemos adquirido y utilizado el siguiente equipo:

### - Para el trabajo general:

- 2 vehículos tipo furgoneta para los seis meses de duración del trabajo de campo.
- 4 Walkie Talkies (AMUS)
- Teléfonos móviles (AMUS)
- Ordenador portátil y 2 pendrive
- Material de tracking
  - Mapas de zona y fotocopias en A3 para anotar el tracking
  - 30 emisores sistema VHF preparados para montar en la espalda del ave. Con batería de larga duración y pulso reducido (28 pulsos por minuto, duración más de 15 meses). Alcance de la señal: 3-6 km. con ave en vuelo.
  - Dos receptores de radio específicos para seguimiento radiotelemétrico de animales. Banda de 138 a 174 MHz, con incrementos de 4 MHz. Alta sensibilidad de 148 a 150 dBm. Control de ganancia RF variable con rango de 80 dB. Programable en pasos de 0,1 KHz, 0,2 KHz, 0,5 KHz y 1,0 KHz. Al menos 999 canales de memoria. Alimentado por baterías recargables y conexión de coche.
  - 2 antenas *Yagi* direccionales de tres elementos colapsables para la localización direccional de señales.
  - 1 antena de coche.
  - 3 brújulas planas y 3 porta ángulos
  - 3 carpetas con clip
  - Bolígrafos negros y rojos y azules.
  - Subrayadores fluorescentes 4 colores.
  - 3 Cuadernos de campo (BLOCS)

### - Para las capturas:

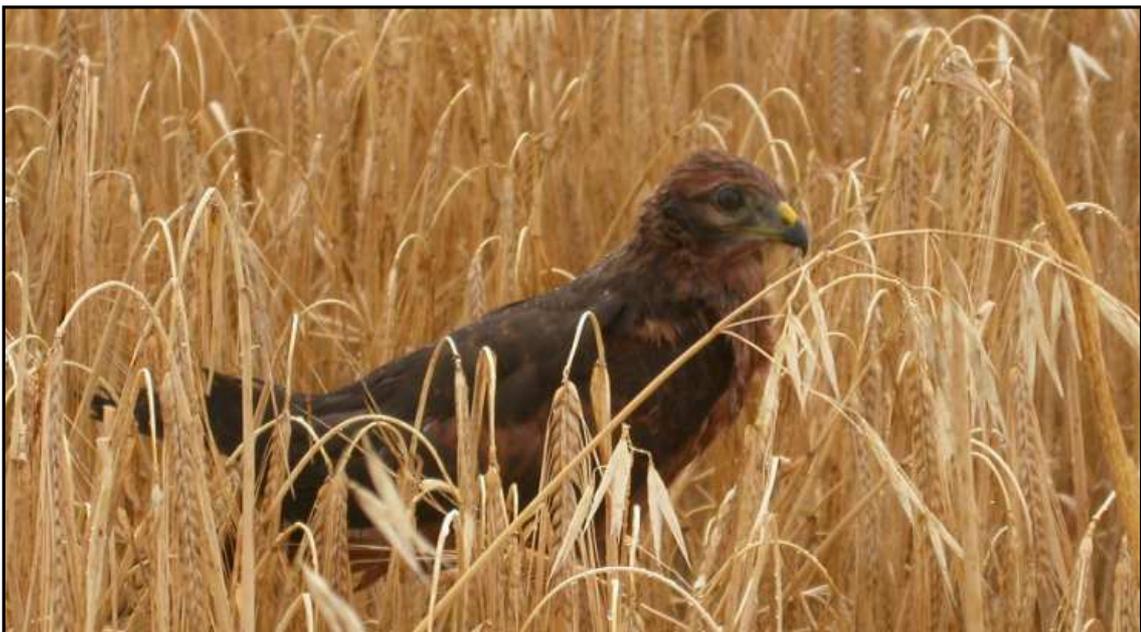
- 30 Postes de madera (de unos 8 cm de diámetro y de 170 cm de altura).
- Marra y barrena larga. (hoyos de 10cm)
- 30 tacos de 8cm diámetro y 10cm de altura
- Trampas de cepto-malla de 110 cm de diámetro (MES DE MAYO)
- Hide para observación. para observación y vigilancia.
- 2 modelo (cenizo macho)
- Muelles de unos 10 cm de largo y 1-1.5 cm de diámetro, y poco rígidos
- Un buho de plástico (de tiendas de caza)
- Una red de malla 5x5cm y no muy fina
- Hilo de nylon tipo sedal pesca
- 1 caja de alcayatas.
- Arandelas
- 10 piquetas y 1 machota
- 3 pares de botas de goma para entradas a nido (43 – 41 – 44)
- 4 talegas de tela blancas

**- Para las marcas y emisores:**

- Material de marcas: lona PVC verde pistacho, azul, amarillo, rojo y blanco
- El serigrafiado de las marcas fue encargado a CENTRO DEL ROTULO (Zafra) que cedió su trabajo al proyecto en concepto de colaboración.
- Arandelas plástico
- Hilo fibra vidrio (cortados y con punta)
- Alcohol y mechero. Trozos de lona.
- Soturas y superglue
- Trocitos de cartulina
- Anillas oficiales y alicates, calibre y reglas para biometría

**- Para las muestras:**

- 2 Pesolas
- Bolsas de plástico con cierre para las plumas y egagrópilas (grandes y pequeñas) y sobres de papel.
- Eppendorfs con tapa de rosca para la sangre
- Caja de 100 agujas
- Capilares sin heparina
- Caja de portas
- Alcohol 96° y dispensador (pulverizador)
- Gasas y agua oxigenada
- Trombocid
- Hisopos
- Etiquetas adhesivas
- 2 Rotuladores permanentes, lápices
- 2 Tijeras
- Guantes de látex
- 2 neveras con enchufe al mechero del coche.



### 3.3.- CALENDARIO DE ACTIVIDADES

<b>2007</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
ENERO	Redacción de proyecto y objetivos. Selección de equipo de trabajo.
FEBRERO	
MARZO	Reuniones de asesoramiento, planificación del trabajo, elaboración de protocolos y listado de materiales así como la compra de los mismos. Fabricación de trampas y elaboración de calendario de capturas y demás actividades
ABRIL	Localización de colonias de estudio y negociación con propietarios de las parcelas. Colocación de postes como posaderos para facilitar la recogida de muestras y la posterior captura de los individuos. Periodo de observaciones: comportamiento de colonia, comportamiento de parejas, cortejos, pases de ceba, aportes de materiales a nidos. Recogida diaria de muestras, restos de comida y egagrópilas.
MAYO	Localización y marcaje con GPS de nidos. <b>CAPTURAS</b> Selección y elaboración de cartografía. Cartografiado y análisis de los territorios de caza mediante técnicas de TRACKING.
JUNIO	<b>CAPTURAS Y TRACKING</b>
JULIO	<b>TRACKING</b>
AGOSTO	<b>TRACKING</b> Inicio seguimiento migración por Estrecho de Gibraltar
SEPTIEMBRE	Interpretación y análisis de datos y muestras. Elaboración de tablas, gráficas y mapas definitivos.
OCTUBRE	Análisis de datos y elaboración de memoria-informe del estudio
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
<b>2008</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
MARZO	Localización por TRACKING de individuos marcados en 2007
ABRIL	<b>CAPTURAS - TRACKING</b>
MAYO	<b>OBSERVACION – CAPTURAS - EGAGROPILAS Y TRACKING</b> Elaboración de datos y análisis de la influencia del hábitat en la demografía de la especie (nivel provincial)
AGOSTO	Análisis de datos y elaboración de memoria-informe final

### 3.4.- MEDIDAS DE GESTIÓN/COSECHA

Una vez seleccionadas las colonias objeto del estudio, se pasó a la localización y negociación con los propietarios de las tierras para explicarles el motivo del estudio.

En condiciones ecológicas normales, una gran proporción de los nidos y pollos de aguilucho cenizo son destruidos en el momento de la cosecha (Arroyo et al., 2002). Aunque es posible dejar un cuadrado sin cosechar alrededor de cada nido, la experiencia de los últimos años en Extremadura así como en otras regiones y países, ha demostrado que el retraso de cosecha es una medida de conservación mucho más eficaz, y además menos invasiva para los aguiluchos (puesto que no es necesario entrar a los nidos).

Para este proyecto, se negoció con los propietarios de las parcelas de las colonias de estudio un retraso de la cosecha hasta la fecha de vuelo de los últimos pollos de la colonia (aproximadamente entre 20 y 30 de junio). Para ello se destinó un dinero del presupuesto del proyecto y otra cantidad de medidas compensatorias por afecciones de Fauna silvestre protegida. Con esta medida se pretende evitar que durante la cosecha y empacado con maquinaria se produzca la pérdida de huevos, muerte de los polluelos o hembras adultas. Además, esta acción nos permitió tomar datos para el estudio durante el periodo de reproducción completo.



Cada agricultor-propietario recibió una compensación económica de entre 150 y 300 euros por hectárea de cultivo de cereal acogida a esta medida de gestión. La cantidad percibida varió en función de la productividad de la parcela. Tras el periodo de restricción se les permitió cosechar o aprovechar la siembra directamente a diente para el ganado.

### 3.5.- CAPTURAS

Se ha realizado la captura de un total de 24 individuos adultos para la colocación de radiotransmisores convencionales y marcas alares y para el posterior seguimiento pormenorizado con antenas y receptores de radio y observaciones. De los 24 individuos capturados se radiomarcaron 18. El número de individuos provistos de emisor dependió de variables como: edad, sexo y si pertenecían o no a la colonia objeto de estudio. En un principio nos marcamos como máximo ideal capturar a 30 Aguiluchos, diez individuos de cada colonia de estudio (8 machos y 2 hembras). Esta cantidad fue variando y se fue adaptando in situ en función de las variables anteriormente mencionadas y del tiempo entre captura y captura.



Las capturas se realizaron en dos jornadas continuas de 2-3 días cada una (12-14 de Mayo, y 15-16 de Junio) y dos jornadas en 2 días sueltos (21 y 25 de Mayo). En cada día de captura, se realizaron dos sesiones de captura (cada una de ellas de aproximadamente 3-4 horas), aprovechando las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde como las ideales para obtener el mayor

éxito posible e intercalando las zonas con el fin de alterar lo menos posible el comportamiento natural de los individuos y el funcionamiento la colonia.

Considerando el número de intentos (7 días o 14 sesiones) y el número de individuos capturados, el éxito medio de captura fue de 1.7 individuos por sesión de captura. En sólo cuatro de las sesiones de captura (28%) no se capturó ningún individuo. No obstante, este éxito varió en función de variables como la hora del día y la fecha. El éxito de captura fue mucho mayor en Junio (3.5 capturas/sesión) que en mayo (1 captura/sesión). En Mayo, las capturas por la mañana fueron más exitosas (1.2 capturas/sesión) que por la tarde (0.8 capturas/sesión), mientras que en Junio fue al revés (2.5 capturas/sesión por la mañana; 4.5 capturas/sesión por la tarde). No obstante, la fecha y la hora también influyeron en el sexo capturado. En Mayo, 9 de los 11 individuos capturados fueron machos. En Junio, las hembras



fueron más frecuentes (64% de las capturas). Los machos se capturan más frecuentemente por las mañanas (69% de todas las capturas de machos fueron en la sesión matinal), sobre todo en Junio (el 100% de los 5 machos capturados lo fue por la mañana). Las hembras, por el contrario, son capturadas más frecuentemente por la tarde (las 9 hembras capturadas en Junio se capturó en sesiones vespertinas; las dos capturadas en mayo lo fueron por la mañana). En general, es importante recordar que el exhaustivo conocimiento de la especie y comportamiento de la colonia en estas circunstancias, respuesta ante tipo de trampa en cada colonia, fecha y estadio de reproducción, ubicación de la trampa, etc. son determinantes a la hora de obtener un mayor éxito de capturas.



En cada captura se ha seguido un protocolo elaborado y ensayado previamente para obtener el máximo de datos posible (estado fisiológico del ave, biometría, ajuste del emisor o marcas alares, etc), reduciendo al máximo el tiempo necesario para la puesta en libertad. El tiempo máximo de manipulación (tiempo entre captura y suelta del individuo capturado) se estimó en 25 minutos. Mientras un equipo hacía todo el protocolo a un individuo otro equipo mantenía las

trampas montadas, llegando a capturar en algunas sesiones hasta dos o tres aguiluchos en media hora. Para no dilatar el tiempo de manipulación, en estos casos se reducía el protocolo (eliminado la toma de ciertos datos), máxime si la muestra de individuos de la colonia se consideraba aceptable para obtener los datos para el estudio.

Los métodos de captura utilizados han sido redes dho-gaza y japonesa con señuelo, trampas tipo poste con lazo y trampa de nido tipo cepto (ver esquemas adjuntos, Fig. 1).

Adjuntamos la ficha de captura utilizada (Anexo 1), en la que se indica de forma detallada el protocolo secuenciado y los datos obtenidos de cada individuo. Básicamente, el protocolo incluía los siguientes pasos: colocación de anilla, toma biometría básica, muestra de P1, P10 y cobertura para isótopos, microbiología, hematología (tóxicos, genética y bioquímica sanguínea), colocación de emisor y marcas alares, y fotos.

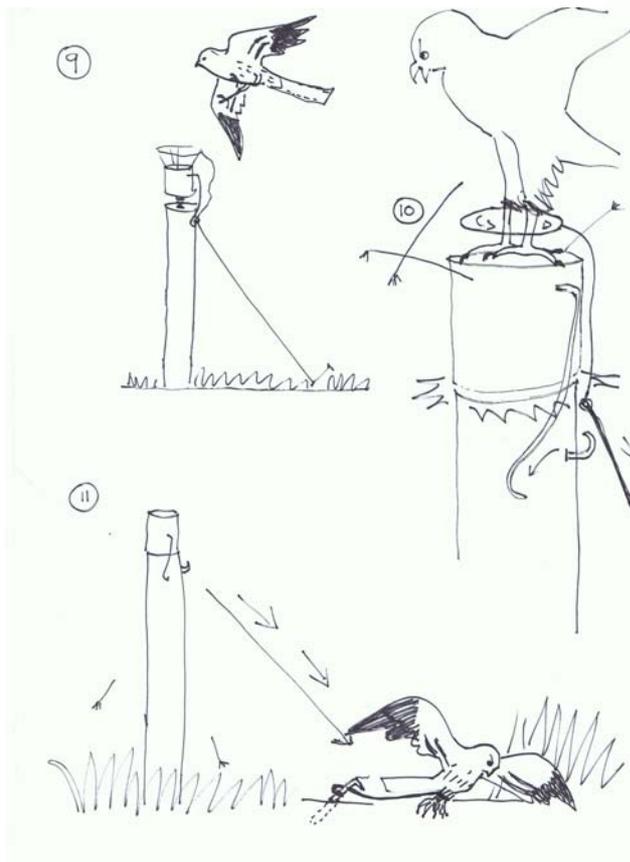
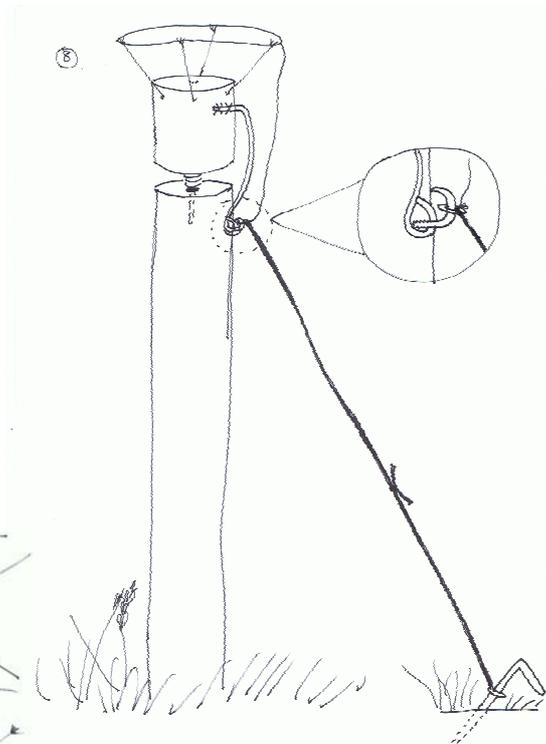
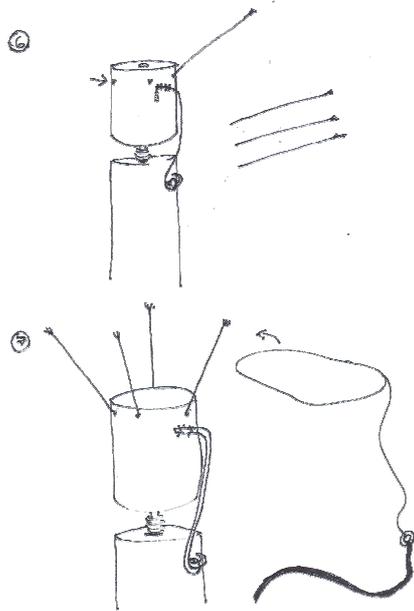
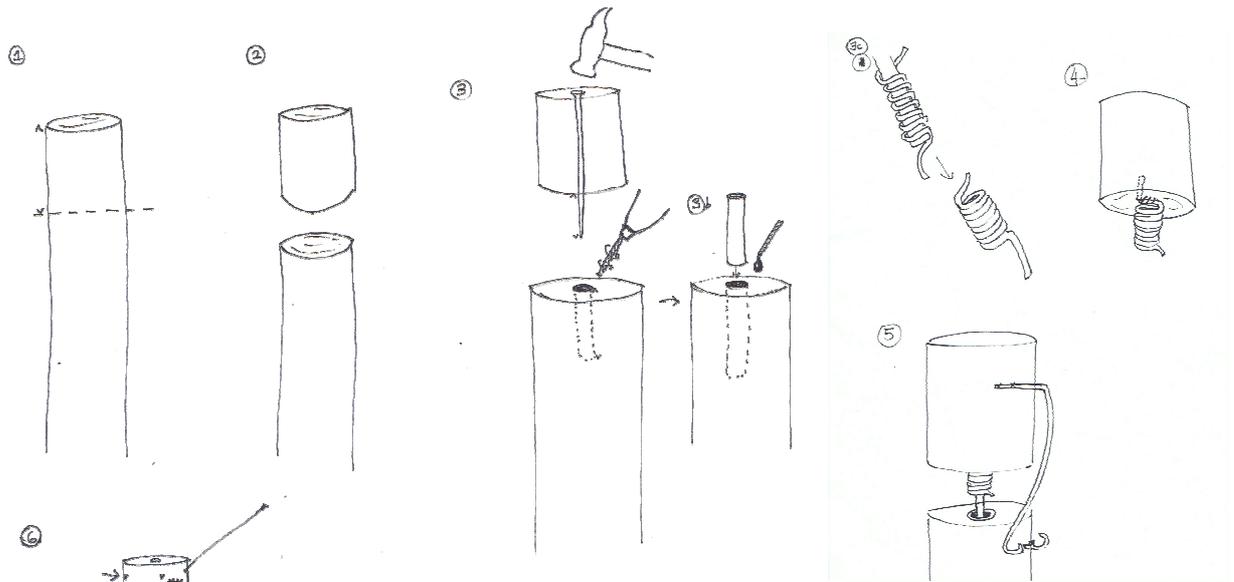


Tras efectuar el protocolo sobre cada individuo, se procedió a su liberación mediante suelta directa no observando ninguna anomalía en su comportamiento, tanto en el momento de la suelta como en los días posteriores a la misma. Tan solo tuvimos un contratiempo por un fallo humano al colocar el primer emisor. Una de las correas quedó encima de una pata al no fijarla correctamente y el Aguilucho no pudo emprender el vuelo. Tras su nueva captura y recolocación del emisor, pudo ser liberado sin más problemas. Esto nos sirvió para solventar el fallo y para comprobar una vez más que el trabajo de manejo con Fauna silvestre es una gran responsabilidad. Debemos ser minuciosos y extremar las precauciones para no provocar ningún daño.

**Figura 1.** Métodos de captura de adultos de aguilucho cenizo (red japonesa con señuelo de buho real; y trampa tipo poste con lazo).







### 3.6- TRACKING

#### OBTENCIÓN DE DATOS

Se equipó a los aguiluchos capturados con un emisor Biotrack TW3, de peso aproximado de 10g (< 3% del peso de los machos, el sexo más ligero de los dos). Los emisores se ajustaron con un arnés de teflón en la espalda de los aguiluchos.



El seguimiento de los individuos radio-equipados se realizó con bi-angulaciones. Es decir, de forma simultánea dos observadores situados en distintos puntos localizaban la dirección (medida con una brújula) de una radio determinada.



El punto sobre el mapa en el que se cruzan las dos líneas se considera como la estima de la localización del individuo en cuestión. Este método ha sido utilizado en otras especies de aguilucho en Escocia, donde se estimó que el error medio de las localizaciones era de 200-500 m según zonas de estudio (Arroyo et al. 2006). En ese estudio, las localizaciones estimadas a partir de líneas que se cruzaban en ángulos mayores de  $135^\circ$  o menores de  $45^\circ$  tenían un error mayor.

Para este estudio, evaluamos la precisión de las localizaciones estimadas con este método midiendo la diferencia entre la situación exacta de emisores situados sobre la punta de la antena de un vehículo, sujeto con cinta aislante, y la estimada por dos observadores. El conductor del vehículo llevaba un mapa de la zona y un GPS. Dos personas con antena y receptor y comunicados mediante walkies se colocaban a una distancia lineal de 1-2 km (estos puntos, denominados T1 y T2, estaban también marcados con el GPS) El vehículo realizaba transectos por las zonas de campeo estimadas y paradas en puntos no visibles por los receptores.

En cada parada el emisor se comunicaba con T1 y T2 para comprobar si estos recibían la señal. Si la recepción era buena, el emisor marcaba el punto con GPS y lo anotaba en el mapa como TA. T1 y T2 realizaban una bi-angulación sobre TA. El punto resultante del cruce de líneas entre T1 y T2 se marcaba en el mapa. La diferencia entre el punto de cruce entre T1 y T2 y el punto TA es el error. Este proceso se repitió un total de 31 veces, en las tres zonas de estudio. Al igual que en el caso del estudio de Escocia, las localizaciones estimadas a partir de líneas con



ángulos muy estrechos tenían errores muy amplios (no hubo cruces de líneas con ángulos mayores de  $135^\circ$ ). Eliminando los datos que provienen de cruces a menos de  $45^\circ$ , el error medio observado fue de 260 m en Tierra de Barros y La Serena, y de 500 m en Campiña.

**También se incluyeron para el cálculo de las zonas de campeo las localizaciones basadas en observaciones visuales de los individuos marcados. Estas observaciones ocurrían desde puntos de observación para la localización de radios, no desde enclaves donde los nidos eran visibles (es decir, no están sesgadas hacia la localización del nido).**

## **CÁLCULO DE LAS ZONAS DE CAMPEO Y DISTANCIAS DE CAZA.**

Todas las localizaciones de los individuos radiomarcados (excepto las desestimadas por provenir de cruces de líneas con ángulos inferiores a 45° o mayores a 135°) se introdujeron en un Sistema de Información Geográfico (SIG) (ARcView 3.2). También se eliminaron para los análisis las localizaciones calculadas a menos de 10-15 minutos de la más próxima, para evitar problemas de dependencia temporal (Kenward 2001). Finalmente, tampoco consideramos los datos de tres individuos, de los que se disponían sólo de tres o cuatro localizaciones para cada uno, por ser estos datos insuficientes para el cálculo correcto del área de campeo. Para el resto de los individuos, se disponía de entre 7 y 30 localizaciones independientes por individuo. A partir de estas, se calcularon kernels al 90% con la extensión Animal Movement de ArcView 3.2. La superficie de la zona de campeo puede depender del número de localizaciones, aumentando con el número de localizaciones hasta un valor asintótico, a partir del cual el valor de la superficie del área de campeo no aumenta (Kenward 2001). Se realizó una correlación entre la superficie del área de campeo y el número de localizaciones, para ver si esta última variable podía influir en la estima de la superficie, pero no fue significativa ( $r = -0.21$ ,  $P > 0.10$ ).



En total, se obtuvo información para cuatro hembras (dos en Tierra de Barros y dos en Campiña), y 11 machos, aunque de éstos, uno fue un no-reproductor confirmado (que ayudaba en la reproducción a una pareja establecida en una colonia, y luego cambió de colonia), y el otro probablemente también (fue seguido durante dos días tras la captura, y luego desapareció). Estos dos machos tenían, durante el seguimiento, áreas de campeo mucho más pequeñas (1.9 y 1.5 km<sup>2</sup>) que las de los reproductores (ver resultados). Para evitar sesgos, estos dos individuos también han sido eliminados de los análisis comparativos.

Finalmente, y utilizando también la extensión Animal Movement de ArcView, se calculó la distancia entre cada localización y el nido del individuo correspondiente (para los 9 machos y 4 hembras incluidas en los análisis), para la evaluación de la variación de la distancia al nido con la fecha.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

La diferencia en la superficie media de la zona de campeo entre machos y hembras, o entre colonias, se testó con análisis de varianza. La variación de la distancia de caza con la fecha se realizó con un Modelo Linear General Mixto (GLMM), que incluye el individuo como variable aleatoria, para controlar por el hecho de que las observaciones de cada individuo no son independientes entre sí, y que el tamaño muestral no era el mismo para todos los individuos seguidos. Se testó si la distancia dependía de la fecha, de la fecha relativa (evaluada como la diferencia entre la fecha de cada localización y la fecha de eclosión del nido del individuo monitorizado), o de la variable categórica “Eventos Agrícolas”, que incluía tres categorías: 0 (antes de cualquier actuación agrícola en la zona de estudio); 1 (después de fumigaciones intensivas alrededor de la colonia); y 2 (después de la cosecha del cereal).



### 3.7- SELECCIÓN DE HABITAT

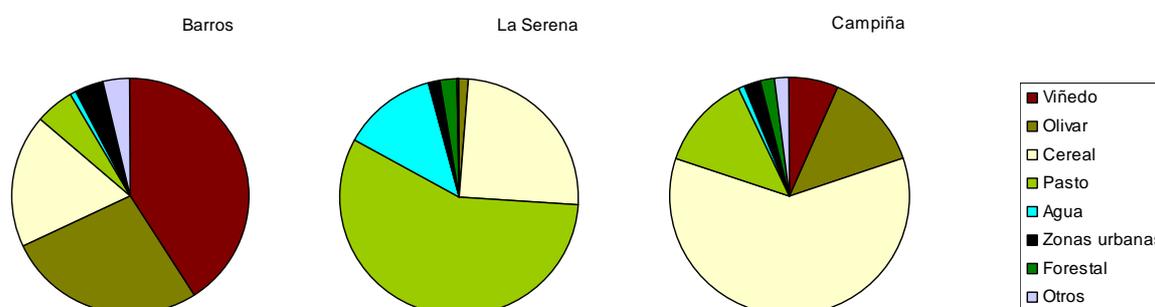
Se calcularon, para cada zona de estudio, las superficies de olivares, viñas, cultivos de secano y pastizales (datos de la Junta de Extremadura). En este sentido, se definió “zona de estudio” como una zona de ca. 20x20 km centrada en la colonia de estudio. La Figura 2 indica la composición de cada zona de estudio.

Esta información digitalizada e incluida en un SIG se cruzó con las zonas de campeo de cada individuo radioequipado, para la determinación del hábitat dentro de cada área de campeo.

	TIERRA BARROS	CAMPIÑA SUR	SERENA
VIÑEDO	40.78	6.71	0.06
OLIVAR	27.07	13.35	1.37
CEREAL	18.64	59.91	24.75
PASTO	5.09	13.17	56.92
AGUA	0.80	0.78	12.66
ZONAS URBANAS	3.89	2.29	1.69
FORESTAL	0.25	1.89	2.17
OTROS	3.49	1.91	0.38
<b>Total (km2)</b>	<b>459</b>	<b>451</b>	<b>629</b>

*Tabla 0. Proporción de la superficie cubierta por diversos usos de suelo en las tres zonas de estudio.*

Se comparó, con un test de Chi-cuadrado, la proporción de cada tipo de hábitat dentro de cada área de campeo (hábitat usado), con la existente dentro de cada zona de estudio (hábitat disponible), para determinar si la utilización de cada tipo de hábitat era aleatoria (es decir, la frecuencia de uso era explicada solo por la disponibilidad de cada hábitat) o había selección positiva o negativa hacia alguno (si la frecuencia de uso era mayor o menor que la esperada en función de la disponibilidad). Para la realización de los tests, se agruparon los hábitats cuando fue necesario, para evitar que los valores esperados fueran menores de 1 (lo que invalida el cálculo del valor de chi-cuadrado). Vistas las diferencias de hábitat entre zonas, esto quiere decir que se testaron las diferencias entre valores esperados y observados para Cereal, Pasto y Otros en La Serena, Cereal, Pasto, Olivar y Otros en Campiña, y Cereal, Viñedo, Olivar y Otros en Barros.



**Figura 2.** Proporción (%) de la superficie cubierta por diversos usos de suelo en las tres zonas de estudio. Superficie total: Barros 459 km<sup>2</sup>, Campiña 451 km<sup>2</sup>, Serena 629 km<sup>2</sup>.

### 3.8- ANÁLISIS DE EGAGRÓPILAS

Se recogieron egagrópilas en las tres colonias de estudio a lo largo de toda la temporada de reproducción, tanto en posaderos naturales, como debajo de postes colocados alrededor de la colonia para este efecto, como en los nidos.

En total, se analizaron 475 egagrópilas, recogidas entre mediados de Abril y finales de Junio (Tabla 1). Se excluyeron de los análisis algunas egagrópilas recogidas en Julio y a principios de Abril, ya que el muestreo en esas épocas no había sido homogéneo entre colonias.



**Tabla 1.** Número de egagrópilas analizadas por Periodo y Colonia

Periodo	Fechas	Tierra de Barros	Campiña	La Serena	Total
1	16-30 Abril	18	36	18	72
2	1-15 Mayo	20	11	37	68
3	16-31 Mayo	22	15	10	47
4	1-15 Junio	30	10	39	79
5	16-30 Junio	82	23	104	209
<b>Total</b>		<b>172</b>	<b>95</b>	<b>208</b>	<b>475</b>

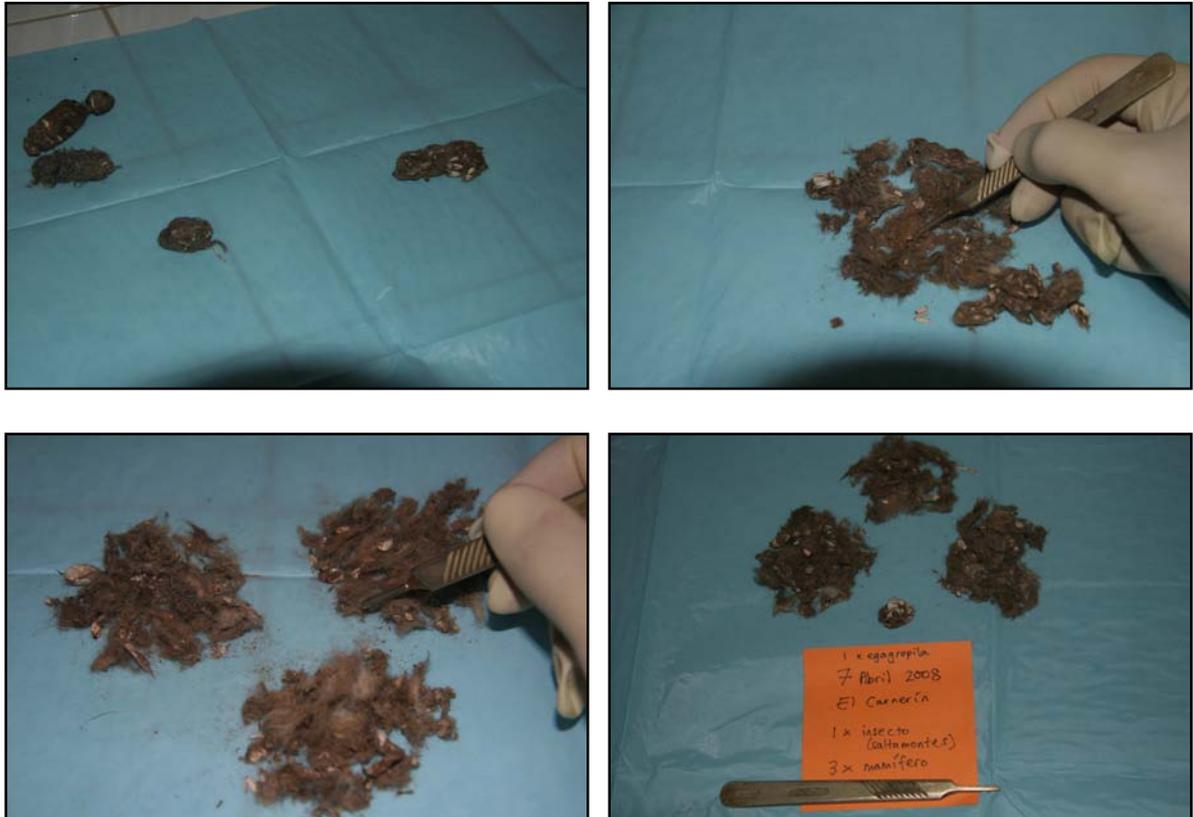
Las egagrópilas se abrieron y se analizaron en seco. Se determinó el número mínimo de cada tipo de presa (aves, lagomorfos, micromamíferos, huevos, reptiles, invertebrados) presente en cada egagrópila, en función de los elementos identificables (pelos, plumas, mandíbulas, fragmentos de cáscara, escamas, etc.).



A partir de esos datos, se evaluó también la biomasa del total de presas identificado, utilizando los siguientes pesos medios por tipo de presa (según Arroyo, 1995): micromamíferos, 20g; lagomorfos, 100g; aves, 40g; huevos, 18g; reptiles, 10g; invertebrados, 3g.

Para cada tipo de presa, se analizó si el número de individuos por egagrópila dependía de la fecha (analizada como los 5 periodos

definidos en la Tabla 1), de la colonia, o de la interacción entre ambos. También se incluyó en el modelo inicial el valor cuadrático de la fecha para analizar posibles variaciones no lineales según el periodo. La variable dependiente (número de individuos presentes) se ajustó a una distribución Poisson, y la función de enlace fue una log. Del modelo inicial, se eliminaron las variables que no eran significativas, hasta llegar al modelo más parsimonioso.



### 3.9- OBSERVACIONES EN LOS NIDOS

Se realizaron observaciones en las colonias para determinar la frecuencia de cebas aportadas a los distintos nidos. En cada observación (de aproximadamente 3 horas cada una), se anotaba: la fecha, la duración total (en horas), el número de presas aportadas a cada nido visible desde el punto de observación, y si la presa era un ave, un mamífero, un reptil o una presa indeterminada. En total, se realizaron 8 observaciones en La Serena, 22 en Campiña y 15 en Tierra de Barros, totalizando 107 horas de observación. Las observaciones se distribuyeron entre Abril y Junio, excepto en La Serena, donde sólo se observó en Abril y Mayo.

En total, se analizaron 598 observaciones-nido. Para el análisis de las mismas, se utilizaron Modelos Lineales Generales Mixtos (GLMM), incluyendo la variable “nido” como efecto aleatorio, para controlar por el hecho de que las observaciones de cada pareja no son independientes entre sí. Se ajustó la variable dependiente (número de cebas) a una distribución Poisson, y se corrigió esta cifra por la duración de las observaciones (incluyendo



el log de la duración de la observación como un “offset” en el modelo). De este modo, se analiza el número de cebas por hora de observación. De cada modelo inicial, que incluía todas las variables (colonia, fecha, el valor cuadrático de fecha y sus interacciones) se eliminaron secuencialmente las variables no significativas, hasta llegar al modelo más parsimonioso, que incluía sólo variables significativas.

### **3.10- ESTADO SANITARIO**

#### **EXAMEN EXTERNO**

Se evaluaron los siguientes parámetros a los individuos capturados:

- Peso.
- Condición corporal (de 0 a 5)
- Biometría (longitud del ala plegada, longitud del tarso).
- Exploración de plumaje y piel. (lesiones traumáticas, malformaciones, quistes hemáticos, rotura de plumas, bandas de estrés asociado a malnutrición, lesiones parasitarias, lesiones metabólicas, Neoplasia, lesiones de origen bacteriano...)
- Exploración de huesos, músculos y articulaciones. (hematomas, anquilosis, fracturas antiguas osificadas, miopatía de captura, artritis...)
- Exploración de ojos y anexos. (lesiones oculares como queratoconjuntivitis, sinequias, luxaciones, úlceras...)
- Exploración de narinas y senos paranasales (rinitis, sinusitis...)
- Exploración del pabellón auditivo (parásitos, otitis...)
- Exploración del pico y cavidad orofaríngea. (malformaciones, deterioro del epitelio, placas orales (hongos, tricomoniasis, Candida, Capillaria...), lesiones ulcerativas, lesiones diftero-necróticas...)
- Exploración de cloaca. Neoplasias, inflamación de la mucosa cloacal, coprostasis...
- Exploración de garras y epitelio plantar (pododermatitis séptica, polidactilia (dedos, uñas sobrantes)

## EXAMEN DIFERENCIAL. TÉCNICAS CLÍNICAS

### 1.- Hematología:

La investigación hematológica es un método de diagnóstico muy relevante para detectar procesos patológicos aún sin manifestación clínica sintomática. En el proyecto se ha perseguido evaluar la condición sanitaria a través de esta técnica, junto a otras.

#### Protocolo de actuación desarrollado:

- Toma de muestras: Se han extraído volúmenes de un 1% del peso corporal de cada ave con agujas de insulina previamente heparinizadas para evitar problemas de coagulación posterior.
- Puntos de extracción: Vena cubital y vena braquial. Tras la extracción se ha comprimido la zona con gasa impregnada de clorhexidina y posteriormente se ha aplicado trombocyd a nivel dérmico para reducir el hematoma.



#### Frotis o extensión sanguínea:

- Estudio morfológico de las células sanguíneas: Eritrocitos, Trombocitos y Leucocitos (granulocitos y agranulocitos).
- Parámetros hematológicos: recuento total de eritrocitos y recuento diferencial de leucocitos.

Los análisis hematológicos se realizaron en

- Centro para la Recuperación de Fauna Protegida y Cría en Cautividad de Aguiluchos de AMUS (centro colaborador de la DGMN de la Junta de Extremadura)
- Dpto. de Hematología de la Facultad de Veterinaria de Cáceres, Universidad de Extremadura.
- Departamento de Microbiología, Facultad de Farmacia, Universidad San Pablo CEU de Madrid



## 2.- Bioquímica sanguínea:

Las consideraciones sobre bioquímica sérica son igualmente interesantes de cara al diagnóstico y a la presunción de un funcionamiento irregular de órganos clave. Se han cuantificado cinco parámetros, considerados los más importantes para evidenciar fallos en órganos o sistemas importantes y daños o problemas musculares.

- Proteínas totales: El método utilizado ha sido el refractométrico.
- GOT, CPK, LDH, Fósforo, Ácido úrico y calcio.



Los análisis hematológicos se realizaron en el Laboratorio Fernández de Alarcón (Almendralejo).

## 3.- Microbiología:

La detección y aislamiento de cepas de origen infeccioso de naturaleza bacteriana o micótica son una herramienta diagnóstica importante. Igualmente esta disciplina realiza pruebas de sensibilidad antibiótica y la investigación epidemiológica con el fin de detectar la génesis de los brotes de enfermedades. Para este estudio se han cogido muestras a todas las aves capturadas de la cloaca, traquea y coanas.

Las muestras se han transportado en medio Amies y han ido refrigerados en neveras portátiles para no perder propiedades.



Los análisis hematológicos se realizaron en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Farmacia, Universidad San Pablo CEU de Madrid

### 3.- Toxicología:

En muestras de sangre se está determinando la concentración de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados (PCBs). Estos compuestos son de elevada persistencia, acumulables en los seres vivos y biomagnificables a lo largo de la cadena trófica, por lo que los aguiluchos pueden ser buenas especies indicadoras de este tipo de contaminación en ambientes agrícolas. El método utilizado para el análisis es una modificación del descrito en Mateo et al. (2004), y consiste en una extracción con hexano de la muestra en presencia de sulfato sódico anhidro, seguida de una purificación con ácido sulfúrico y la determinación de los compuestos organoclorados mediante cromatografía de gases acoplada a un detector de captura de electrones (GC-ECD). La identificación y cuantificación se realiza usando patrones de mezclas de plaguicidas y diferentes congéneres de PCBs, e incorporando el PCB #209 como patrón interno durante el análisis.

Los análisis toxicológicos se realizaron en el IREC (Ciudad Real).



*Foto: Pepe Elías*

### 3.11- ANALISIS DE LA DISPERSION JUVENIL

Se analizaron los datos hasta la fecha de cuatro programas de marcaje de pollos de aguilucho cenizo, uno de ellos realizado en Madrid entre 1992 y 1998 (datos de B. Arroyo y J. García), usando marcas alares; otro de ellos realizado en Extremadura entre 2003 y 2006 (datos de AMUS), también con marcas alares; otro realizado en Huesca entre 1995 y 2006 (datos de Damián Moreno y Jesús Lavedán), y otro realizado en Castellón entre 2002 y 2006 (datos de la Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana), usando anillas de PVC.

La dispersión natal se define como la distancia entre lugar de nacimiento y de primera reproducción. Para estimar este parámetro, se analizaron las observaciones de individuos en años posteriores al marcaje, en época reproductora (es decir, de individuos de los que se había probado la reproducción, o que, por las fechas, era probable que estuviera criando). Se excluyeron las observaciones de machos de un año, ya que es extremadamente raro que estos críen (Arroyo et al. 2004). Para los individuos que se observaron en años sucesivos, se utilizó sólo la primera observación. Para cada observación se calculó la distancia entre lugar de marcaje y de observación en km.

A partir de estos datos, se calculó la proporción de individuos marcados de cada sexo observado en años subsiguientes. Para este cálculo, en el total de machos marcados se excluyeron los machos marcados en 2006 (ya que no ha habido tiempo para realizar observaciones de los mismos, excepto para machos de un año). En segundo lugar, se calculó la distribución de frecuencias de las distancias recorridas entre nacimiento y primera reproducción (observada).



## **4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1.- REPRODUCCIÓN**

En las colonias de estudio se monitorizaron 31 de los 39 nidos presentes. El seguimiento de los mismos muestra que 2007 fue un año particularmente bueno para la reproducción de los



aguiluchos cenizos, asociado probablemente a una gran disponibilidad de alimento en todo el área de estudio: los tamaños de puesta fueron muy altos (Tabla 2), mucho más altos que los observados en Badajoz en otros años (Corbacho et al. 1997), y en el rango superior de los observados para la especie (Arroyo et al. 2004). Asimismo, la productividad (número de pollos volados por pareja monitorizada) es extraordinariamente alto (Tabla 2).

La comparación entre colonias muestra que la reproducción fue particularmente temprana en la Serena, donde los nidos se iniciaron de media diez días antes que en las otras dos colonias, y que la productividad fue algo menor en Tierra de

Barros, debido fundamentalmente a una mayor pérdida parcial de pollos en los nidos, más que a un mayor fracaso reproductor en esa colonia.

**Tabla 2.** Valores reproductivos de las colonias de estudio en 2007. Se presenta la media  $\pm$  Desviación Estándar. Tamaño muestral (número de nidos) entre paréntesis.

	La Serena	Tierra de Barros	Campiña
Hábitat	Avena	Cebada	Cebada
Tamaño de colonia	14	16	9
Fecha de eclosión	11 Mayo $\pm$ 10 (6)	22 Mayo $\pm$ 11 (13)	22 Mayo $\pm$ 2 (8)
Tamaño de puesta	4.6 $\pm$ 1.3 (8)	4.5 $\pm$ 0.7 (15)	4.4 $\pm$ 0.7 (8)
N. Pollos eclosionados	3.8 $\pm$ 1.8 (8)	3.5 $\pm$ 1.2 (13)	3.6 $\pm$ 0.7 (8)
N. Pollos volados	3.4 $\pm$ 1.4 (8)	2.5 $\pm$ 1.8 (15)	3.1 $\pm$ 1.4 (8)
% nidos fracasados	12.5%	20%	22.2%

## 4.2.- SUPERFICIE DE LAS ZONAS DE CAMPEO Y DISTANCIAS DE CAZA

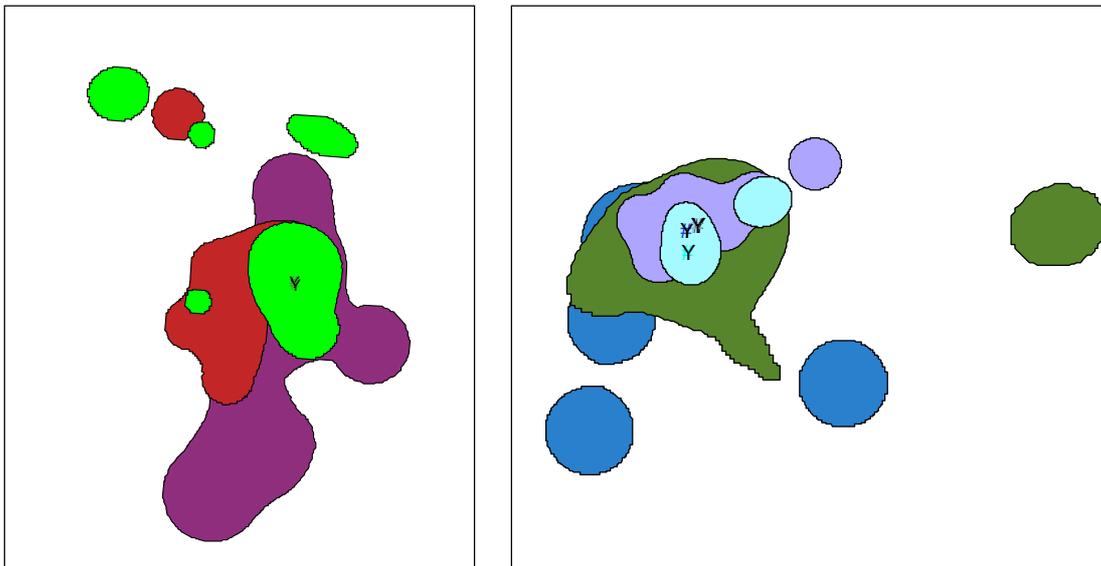
### Superficie de las zonas de campeo

En el Anexo 2 se presentan los mapas con todas las localizaciones obtenidas para todos los aguiluchos monitorizados.

Las hembras monitorizadas tuvieron un área de campeo de  $6.7 \pm 3.5 \text{ km}^2$  ( $n = 4$ ), y los machos de  $24.1 \pm 16.3 \text{ km}^2$  ( $n = 9$ ). La diferencia entre machos y hembras fue significativa ( $X^2_1 = 4.26$ ,  $P = 0.04$ ). En cambio, las diferencias entre colonias no fueron significativas ( $X^2_2 = 2.17$ ,  $P = 0.33$ ). Estos datos son ligeramente superiores a los obtenidos para la misma especie en Francia ( $16 \pm 8 \text{ km}^2$  para los machos, Salamolard 1998), y en Lleida ( $19 \pm 13 \text{ km}^2$  para los machos, D. Guixé, datos inéditos), aunque en esta última zona, las zonas máximas de campeo (evaluadas con otros métodos estimativos) llegaban hasta  $150 \text{ km}^2$  de media.

Hubo un gran solapamiento en las áreas de campeo entre los individuos de las mismas colonias (ver Figura 3). De media, cada macho solapaba el  $65 \pm 25 \%$  de su zona de campeo con la de al menos un vecino ( $n = 9$ , rango 30-100%). Contando todas las combinaciones posibles, el solapamiento medio de zonas de campeo en machos de la misma colonia era del  $54 \pm 27\%$  ( $n = 16$ ). Estos datos son comparables a los obtenidos en Francia (40-47%, Salamolard 1998).

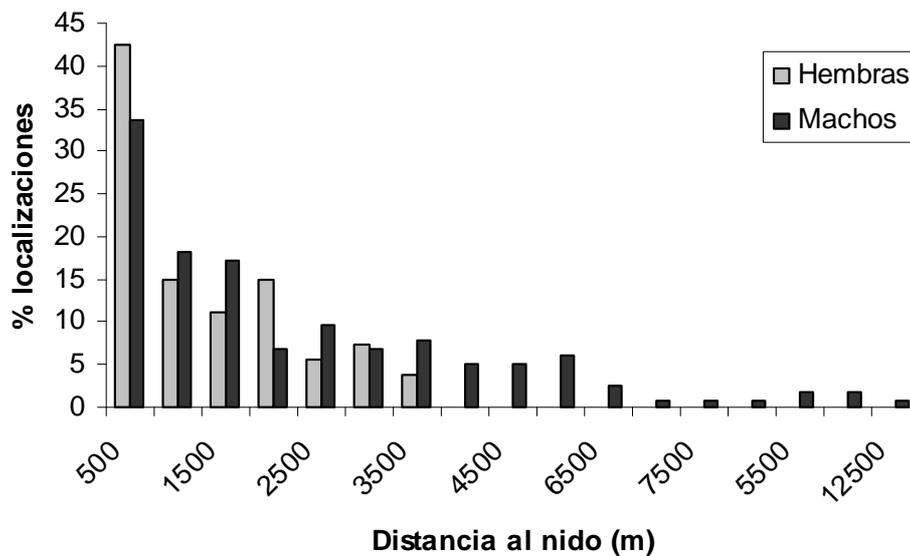
**Figura 3.** Representación de la localización espacial de las zonas de campeo de tres machos en Barros (izquierda) y cuatro machos en La Serena (derecha). Los puntos indican la situación de los nidos.



Esto quiere decir que, globalmente, puede estimarse que una colonia con 10 parejas de media, utiliza una superficie de  $110 \text{ km}^2$  alrededor de la colonia (intervalo de confianza:  $50\text{-}175 \text{ km}^2$ ).

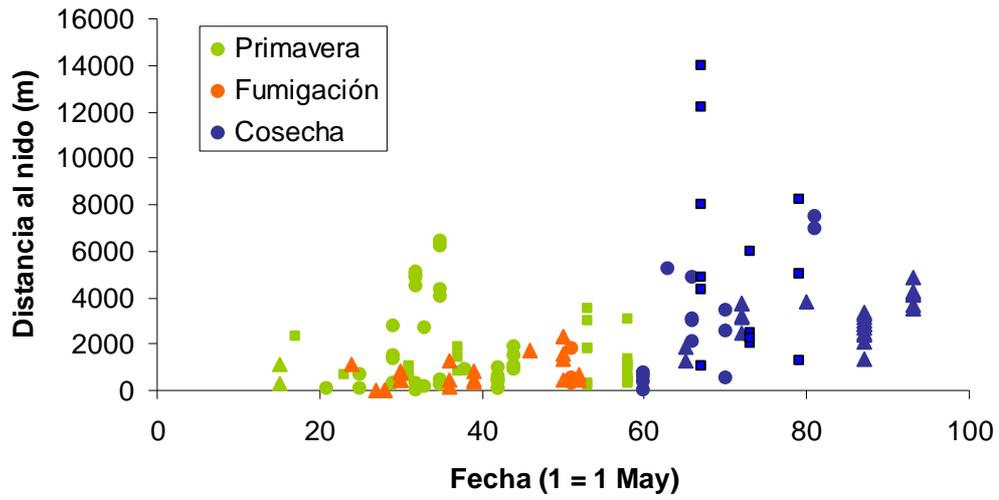
## Variación estacional de la distancia de caza

Los machos se localizaron a distancias del nido que iban desde los 50 m hasta los 14 km. Un 25% de las localizaciones fueron a más de 2 km del nido. Las hembras se localizaron entre 50 m del nido y 3.5 km, pero más de un 80% de las localizaciones estaban a menos de 2 km del nido. (Figura 4).



**Figura 4.** Porcentaje de localizaciones de machos y hembras de aguilucho cenizo en función de la distancia al nido. N = 116 para machos, 53 para hembras.

Para los machos, la distancia al nido de las localizaciones aumentó con la fecha ( $F_{1,136} = 39.43$ ;  $P = 0.0001$ ). Esto puede deberse a que el alimento disminuya con el tiempo, obligando a los aguiluchos a desplazarse más lejos a medida que pasa la temporada. O bien, puede deberse a cambios de estrategia si las necesidades cambian con el momento de la reproducción (por ejemplo, aumentando cuando eclosionan los pollos). Finalmente, puede que ciertos eventos drásticos (como las fumigaciones, o la cosecha) cambien de un día para otro la disponibilidad de alimento. Para evaluar cuál de estas tres opciones era la que tenía más probabilidad de explicar la distancia de caza de los aguiluchos cenizos, incluimos las tres variables en el mismo modelo predictivo: la fecha; la fecha relativa, calculada para cada individuo de forma distinta en función de la fecha de eclosión de sus pollos; y una variable categórica que tenía tres valores: 0 al principio de la temporada, 1 después de fumigaciones y labrados en mayo, 2 después de la cosecha. De estas tres variables, la tercera era la que mejor explicaba la distancia de caza de los aguiluchos: la distancia media de caza era de 1.2 km al principio, y de 1.5 km tras la fumigación y labrados alrededor de la colonia, pero aumentaba a 3.8 km tras la cosecha del cereal.



**Figura 5.** Distancias de caza de los machos de aguilucho cenizo en primavera, tras la fumigación y tras la cosecha en las tres colonias de estudio (Tierra de Barros, con círculos, Campiña, con triángulos, y La Serena, con cuadrados).

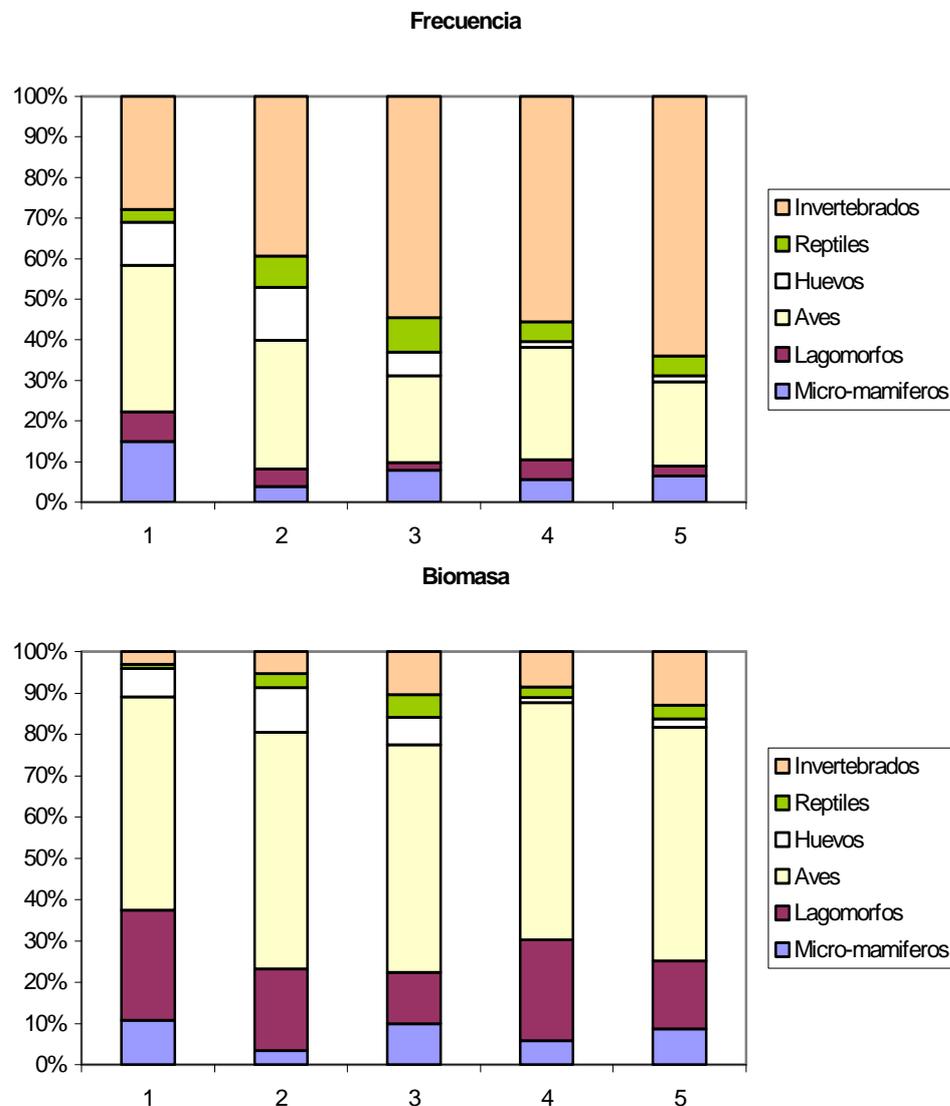


### 4.3.- DIETA

#### Análisis de egagrópilas

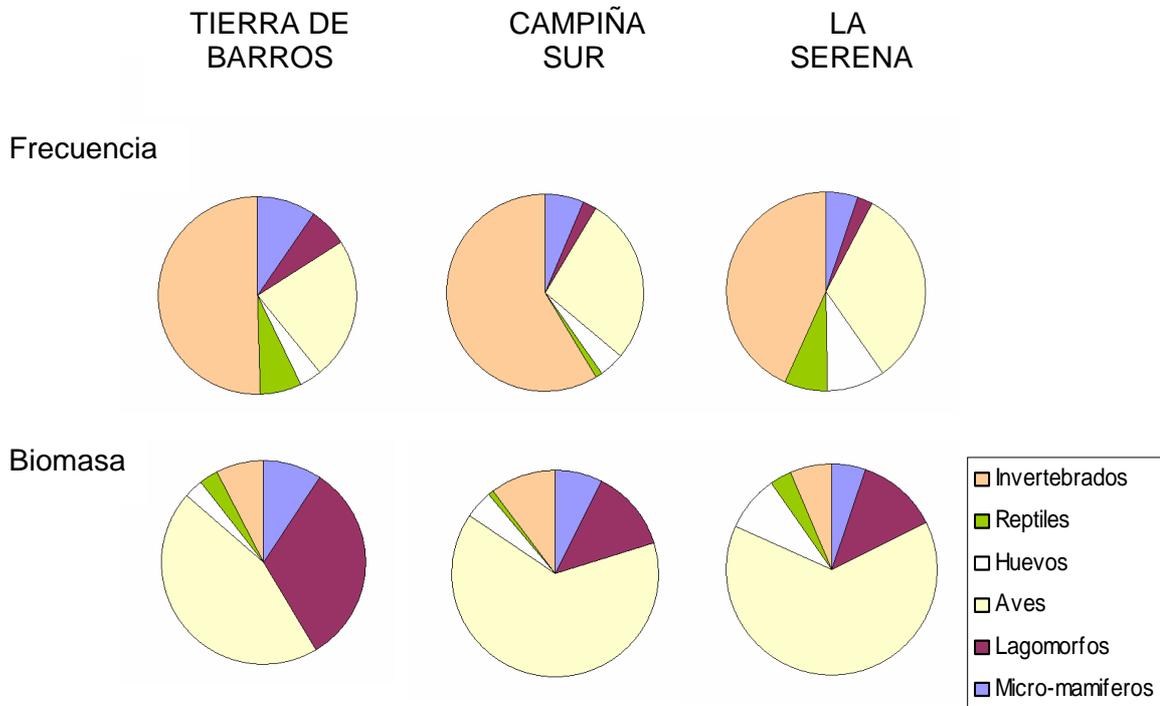
Considerando todas las colonias juntas, y evaluando la frecuencia de aparición (número de individuos por egagrópila), se observa que las presas más frecuentes son los invertebrados (fundamentalmente ortópteros) y las aves (Fig. 6a). La frecuencia de aparición de invertebrados aumenta a lo largo de la temporada de reproducción, mientras que la frecuencia de aparición de huevos disminuye (Figura 6a).

Evaluando el porcentaje de biomasa en cada egagrópila, se observan las mismas tendencias temporales, pero se aprecia más claramente que las aves representan la presa más importante en cuanto a su aportación energética, seguida por los lagomorfos. Los invertebrados, a pesar de su importancia numérica, representan un porcentaje relativamente bajo de la biomasa consumida (Fig. 6b).



**Figura 6.** Porcentaje de aparición (arriba) o biomasa (abajo) de las presas identificadas en egagrópilas de aguilucho cenizo en Badajoz en 2007.

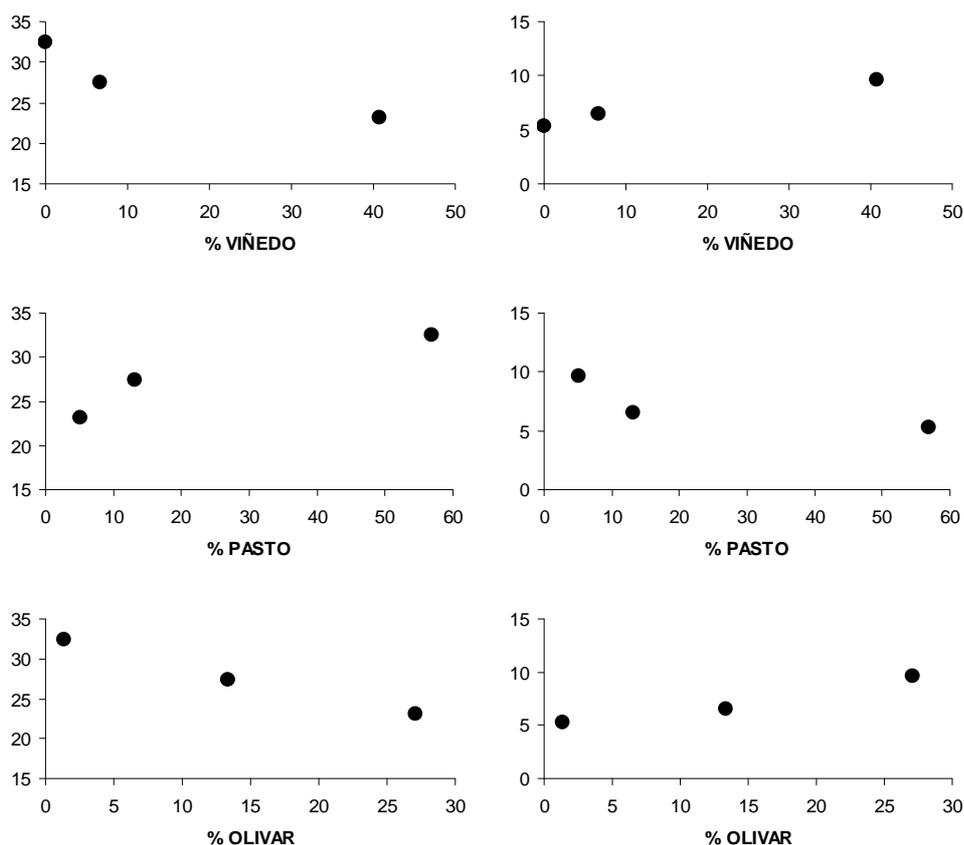
Si se comparan los datos obtenidos entre colonias (y controlando por las variaciones estacionales en el esfuerzo de recogida de egagrópilas entre colonias), puede observarse que la frecuencia de aparición de lagomorfos (y, por tanto, su contribución en biomasa) es mucho más elevada en las egagrópilas recogidas en Tierra de Barros, la zona con mayor proporción de viñedo y olivar, que en las otras dos zonas de estudio (Fig. 7). Los reptiles fueron mucho menos frecuentes en Campiña Sur, la zona con mayor proporción de cereal, que en las otras dos zonas de estudio (Fig. 7).



**Figura 7.** Porcentaje de aparición (arriba) o biomasa (abajo) de los distintos tipos de presa en las tres colonias de estudio.

La proporción de micromamíferos en la dieta aumentó con la proporción de viñedo y olivar, y disminuyó con la proporción de pasto y bosque en las zonas de estudio (Fig. 8). Al contrario, la proporción de aves aumentó con la proporción de pasto y bosque, y disminuyó con la proporción de olivar y viñedo (Fig. 8). En cambio, la variación en la proporción de insectos en la dieta no parece estar asociada a variaciones en el hábitat entre las tres zonas.

Los análisis estadísticos confirman estas tendencias (Tabla 3). La frecuencia de aparición de lagomorfos, aves y huevos depende sólo de la fecha (de forma lineal, la frecuencia de las tres presas disminuye a medida que pasa la temporada, Fig. 9) y de la colonia, como se ha indicado antes. La aparición de invertebrados en las egagrópilas aumenta con la fecha, varía entre colonias (siendo menor en La Serena), pero la variación temporal también varió entre colonias: el aumento a final de temporada fue mucho más marcado en La Serena que en las otras dos zonas de estudio (Fig. 8). Por último, la frecuencia de aparición de reptiles y micromamíferos en las egagrópilas tuvo una variación temporal no lineal, que variaba significativamente entre colonias (Tabla 3). En el caso de los reptiles, este efecto significativo aparece porque la frecuencia de esta presa es menor a principios y a finales de la temporada, pero el pico de aparición varía entre colonias (Fig. 9). En el caso de los micromamíferos, la relación general fue semejante a la de los reptiles en el caso de La Serena, pero inversa (siendo más frecuente a principios y a finales de la temporada) en las otras dos zonas de estudio.

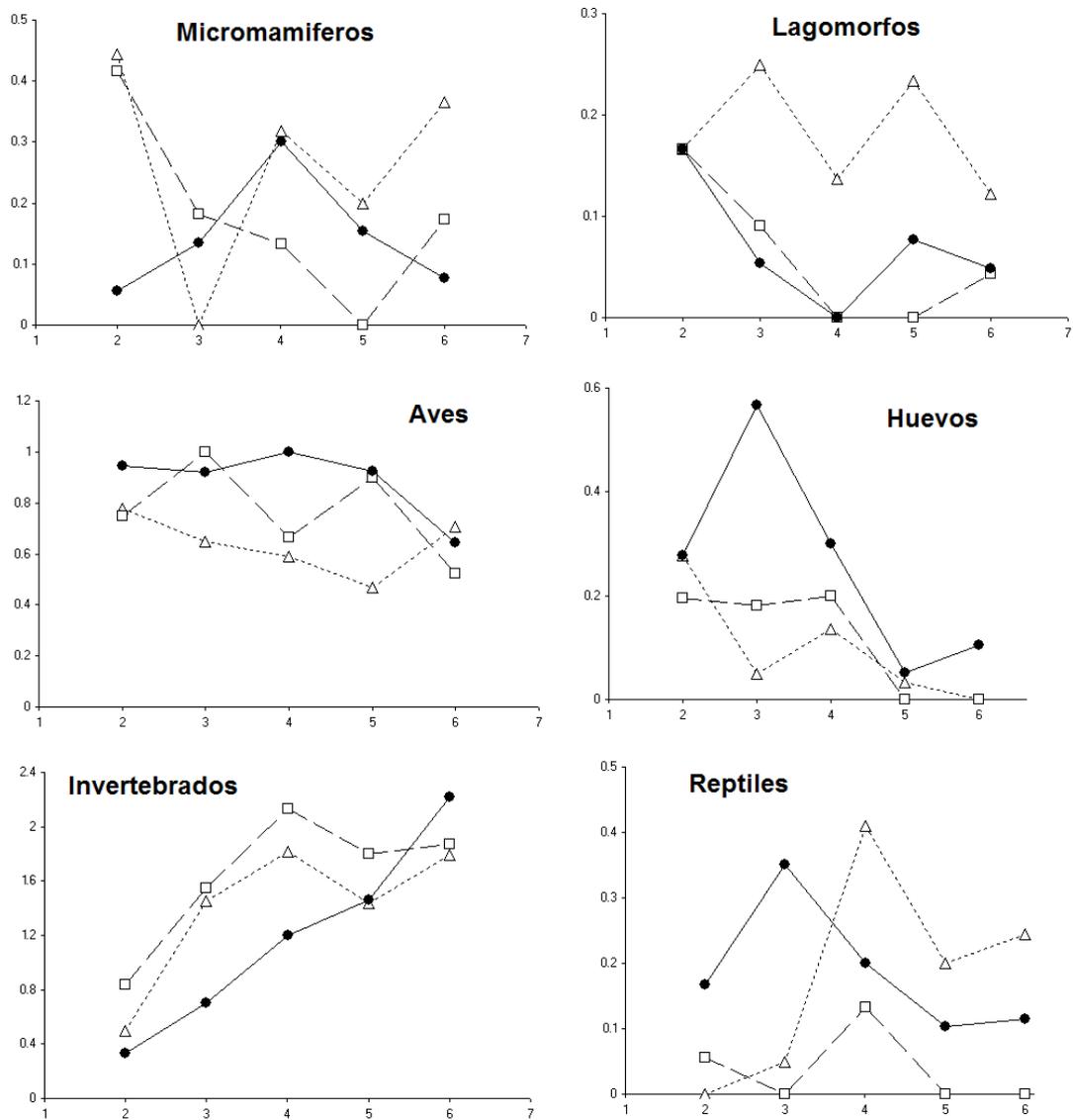


**Figura 8.** Relación entre la proporción de aves (izquierda) y micromamíferos (derecha) en las egagrópilas con la proporción de viñedo, pasto y olivar en las tres zonas de estudio.

**Tabla 3.** Resultados de los modelos estadísticos que explican la frecuencia de aparición de distintos tipos de presa en las egagrópilas.

Fuente de variación	Micro-mamíferos			Reptiles			Invertebrados		
	df	F	P	df	F	P	df	F	P
Fecha	1,466	0.64	0.42	1,466	5.18	0.023	1,469	53.92	0.0001
Fecha <sup>2</sup>	1,466	3.04	0.082	1,466	0.10	0.75			
Colonia	2,466	4.53	0.011	2,466	17.52	0.0002	2,469	3.57	0.029
Colonia × Fecha	2,466	4.62	0.010	2,466	12.60	0.002	2,469	3.55	0.029
Colonia × Fecha <sup>2</sup>	2,466	5.62	0.004	2,466	8.95	0.011			

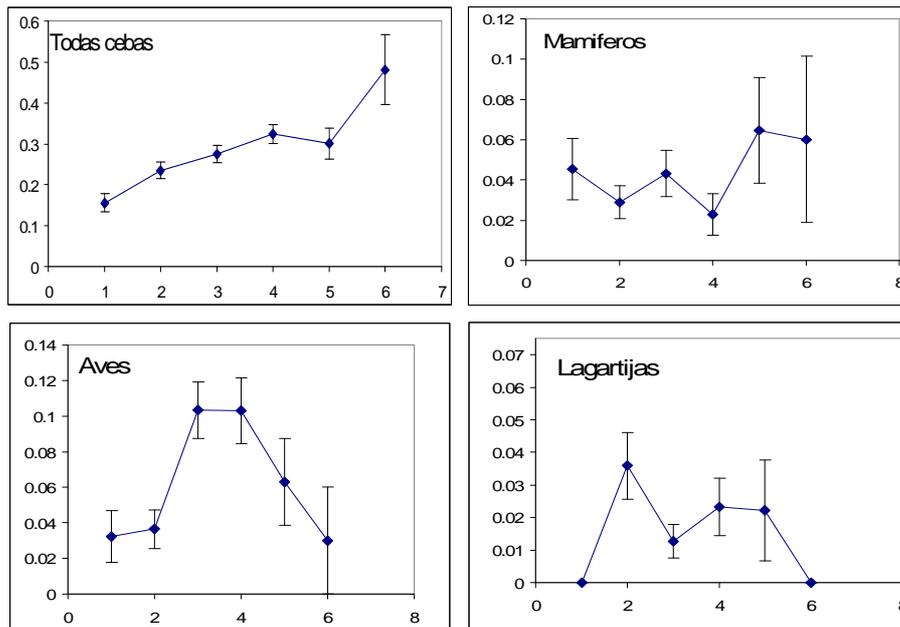
Fuente de variación	Lagomorfos			Aves			Huevos		
	df	F	P	df	F	P	df	F	P
Fecha	1,471	9.15	0.0025	1,471	7.94	0.0050	1,471	69.54	0.0001
Fecha <sup>2</sup>									
Colonia	2,471	23.97	0.0001	2,471	5.16	0.0752	2,471	36.27	0.0001
Colonia × Fecha									
Colonia × Fecha <sup>2</sup>									



**Figura 9.** Número mínimo de individuos por egagrópila (media) según la clase de presa, la fecha (periodos de 15 días) y la colonia (La Serena, círculos negros; Tierra de Barros, triángulos blancos; Campiña, cuadrados blancos).

### Análisis de cebas en nido

La frecuencia de cebas a los nidos aumentó globalmente a lo largo de la temporada reproductora (Figura 10). Este patrón, no obstante, varió en función del tipo de presa. La frecuencia de aves aportada a los nidos fue mayor a mediados de la temporada, mientras que la frecuencia de mamíferos fue mayor a principios y a finales de la temporada (Fig. 8).



**Figura 10.** Frecuencia media de cebas por hora a los nidos en función de la fecha (periodo 1= segunda quincena de abril).



Los análisis estadísticos confirman estas tendencias, con una relación cuadrática con la fecha observada para los mamíferos y las aves, pero no para los reptiles ni para todas las cebas conjuntamente (Tabla 4). Por último, los análisis también indican que no se encontraron diferencias significativas entre colonias con respecto a la frecuencia de cebas (Tabla 4).

Estos resultados concuerdan con los observados con las egagrópilas (excepto por el hecho de que el análisis de la frecuencia de presas encontradas en las egagrópilas indicaba que la variación de aves era lineal, no cuadrática). La mayor diferencia entre los análisis de egagrópilas y las observaciones viene de que, con las egagrópilas, eran marcadas las diferencias entre colonias para todos los tipos de presas. Es prudente concluir que estas diferencias provienen del mucho menor número de presas identificadas a través de las

observaciones a los nidos, y que los patrones de diferencias entre colonias observados a través de las egagrópilas se corresponden más exactamente a los reales.

**Tabla 4.** Resultados de los modelos estadísticos que explican la frecuencia de cebas aportadas al nido.

Fuente de variación	Todas cebas			Mamíferos		
	df	F	P	df	F	P
Franja horaria	2,320	5.09	0.007			
Fecha	1,125	19.41	0.0001	1,558	6.68	0.01
Fecha <sup>2</sup>				1,558	6.81	0.009
Colonia	2,17.4	0.35	0.70	2,48.1	2.00	0.15
Col. × Fecha						
Col. × Fecha <sup>2</sup>						
Fuente de variación	Aves			Reptiles		
	df	F	P	df	F	P
Franja horaria				2,558	3.09	0.046
Fecha	1,558	3.54	0.060			
Fecha <sup>2</sup>	1,558	3.38	0.067			
Colonia	2,52.4	0.28	0.75	2,92.5	1.91	0.15
Col. × Fecha						
Col. × Fecha <sup>2</sup>						

Globalmente, puede concluirse que la dieta de los aguiluchos cenizos en Extremadura es diversa. Las aves (sobre todo los pequeños paseriformes) son la presa más importante desde el punto de vista de la biomasa, aunque su importancia disminuye a lo largo de la temporada, mientras que la importancia de los ortópteros aumenta. Aunque la aportación total en proporción de biomasa de los ortópteros es reducida, a finales de la temporada podía representar un 10% de la aportación energética de la dieta. La segunda presa más importante, desde el punto de vista de la biomasa, fueron los lagomorfos, sobre todo en Tierra de Barros. La importancia de los lagomorfos es más importante a principios de la temporada, y disminuye posteriormente. En Tierra de Barros, los lagomorfos a principios de la temporada representaban hasta un 40% de la biomasa consumida. El consumo de huevos fue particularmente importante en La Serena en mayo (donde un 14% de la biomasa consumida provenía de este tipo de presa). Los micromíferos y los reptiles son presas alternativas en las tres colonias. La dieta varía entre colonias en función del hábitat (es decir, probablemente en función de la disponibilidad, que estará determinada por el hábitat). Es importante recordar que 2007 fue un año particularmente rico en alimento, como lo indican los datos de productividad observados en las tres colonias de estudio (ver apartado 4.1). Sería particularmente importante determinar hasta qué punto estos patrones se observan en años más pobres o más secos, y si las diferencias entre colonias se acentúan en estos casos.

#### 4.4.- SELECCIÓN DE HABITAT DE CAZA

Se encontraron muchas diferencias individuales en cuanto a la selección de hábitats para la caza (es decir, la diferencia entre los hábitats incluidos dentro de la zona de campeo y el disponible alrededor de la colonia de estudio), y también diferencias entre las zonas de estudio, pero el análisis detallado de los resultados permite extraer ciertas conclusiones generales.

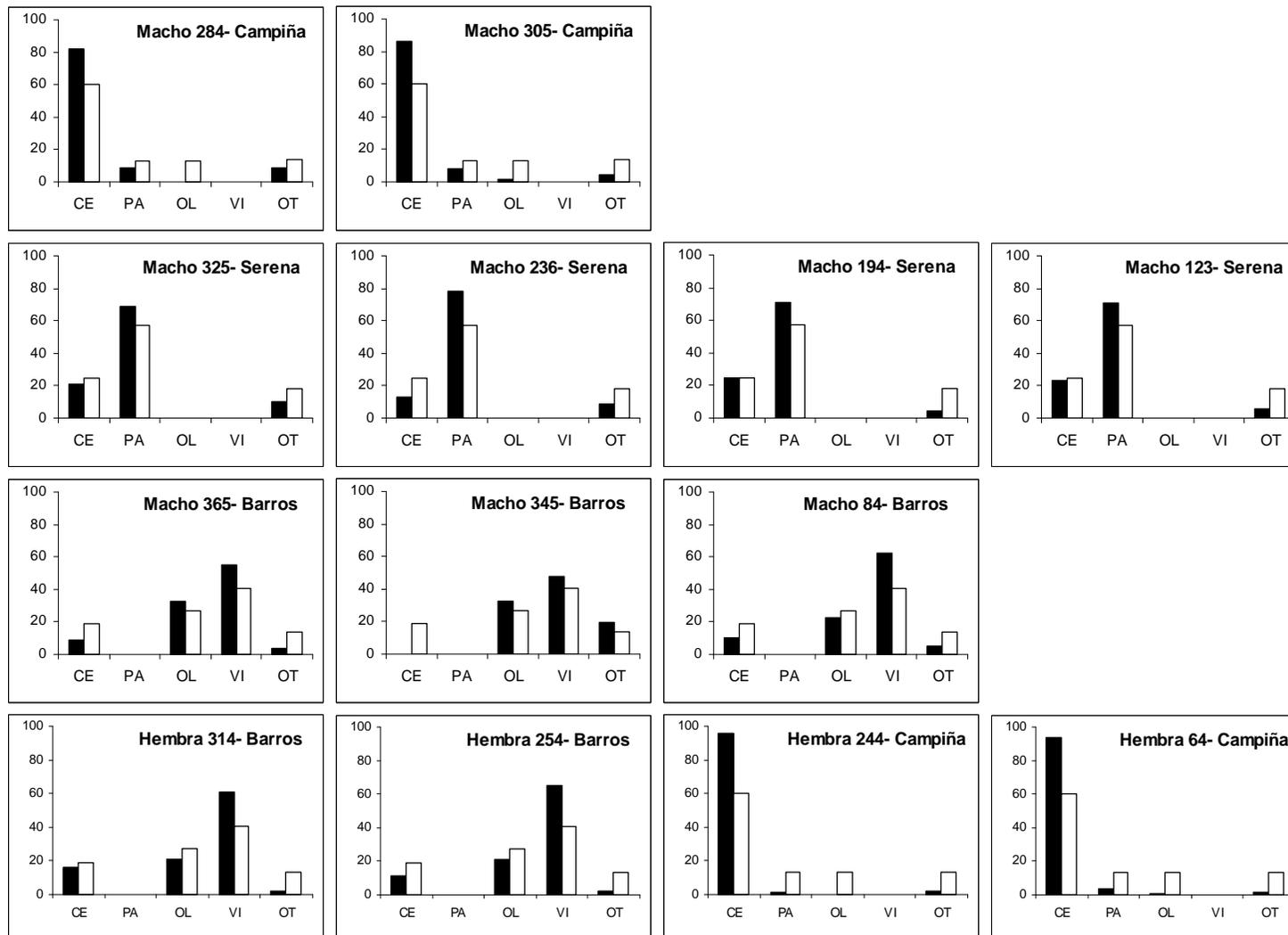
En Tierra de Barros, no hubo diferencias significativas entre el hábitat usado y el disponible para ninguna de las dos hembras monitorizadas (Tabla 5). Los tres machos monitorizados utilizaron el cereal menos frecuentemente que lo esperado según la disponibilidad (aunque la diferencia fue significativa sólo para dos de ellos). Dos de estos machos utilizaban los viñedos más frecuentemente de lo esperado, y el otro macho utilizaba Otros Hábitats (concretamente los pastos) más frecuentemente de lo esperado (Tabla 5, Figura 11).

En La Serena, el hábitat dentro de las zonas de campeo de tres de los cuatro machos monitorizados no fue significativamente distinto del disponible (Tabla 5). Los tres utilizaron el cereal y el pasto según la disponibilidad, y la única tendencia (no significativa) fue a evitar otros tipos de hábitats. El cuarto individuo utilizó los pastos más frecuentemente que lo esperado, y el cereal menos frecuentemente que lo esperado (Figura 11).

En Campiña, todos los individuos monitorizados (machos y hembras) utilizaron el cereal más frecuentemente que lo esperado, en detrimento de viñedos, olivares y pastos (Tabla 5, Figura 11).

**Tabla 5.** Resultados de los tests de chi-cuadrado comparando el hábitat utilizado (dentro de la zona de campeo) por los individuos radio-marcados y el disponible alrededor de la colonia. Los resultados significativos (en negrita) indican una diferencia entre ambos.

Sexo	Colonia	Individuo	Chi-cuadrado	G.L.	P
Hembras	Barros	254	2.687	3	>0.20
	Barros	314	1.627	3	>0.3
	Campiña	64	8.115	3	<b>0.044</b>
	Campiña	244	10.115	3	<b>0.018</b>
Machos	Campiña	284	9.999	3	<b>0.019</b>
	Campiña	305	7.51	3	<b>0.057</b>
	Barros	84	5.632	3	0.131
	Barros	345	15.379	3	<b>0.0002</b>
	Barros	365	6.787	3	<b>0.079</b>
	La Serena	123	3.344	2	0.188
	La Serena	194	2.866	2	0.239
	La Serena	236	8.797	2	<b>0.012</b>
La Serena	325	3.556	2	0.169	



**Figura 11.** Comparación entre la proporción de hábitats dentro de la zona de campeo de cada individuo radio marcado y el disponible alrededor de la colonia. CE= cereal; PA= pasto; OL= olivo; VI= viñedo; OT= Otros.

En general, se encontraron más diferencias para los machos que para las hembras, lo que es esperable en esta especie donde es el macho el que obtiene la mayor parte del alimento, mientras la hembra permanece la mayor parte del tiempo cerca del nido, cazando en los alrededores de este cuando contribuye a la alimentación (García & Arroyo 2002).

Las diferencias entre zonas son más sorprendentes. No hubo ningún tipo de cultivo que fuera consistentemente seleccionado o evitado entre las tres zonas de estudio. Si comparamos estos resultados con los obtenidos en la dieta, se comprenden mejor estos resultados. En Barros, donde los lagomorfos eran una presa importante, se seleccionan los viñedos y otros hábitats (en detrimento del cereal), donde es más fácil capturar este tipo de presa debido a la baja cobertura herbácea. En Campiña Sur, donde hubo una mayor proporción de invertebrados (sobre todo ortópteros) en la dieta, seleccionan positivamente el cereal, donde es más frecuente encontrar este tipo de presas. En La Serena, aves y reptiles (los componentes principales de la dieta en esa zona) probablemente se encuentran igualmente en pastos y cultivos de cereal. En cualquier caso, estos resultados sugieren que es la abundancia neta de alimento, más que el tipo de hábitat, lo que permite indicar dónde buscan alimento los aguiluchos cenizos. Es importante recordar, nuevamente, que el año 2007 fue un año particularmente bueno en alimento, por lo que estas relaciones podrán cambiar en años posteriores: es posible que ciertos tipos de hábitats sean, de forma general, más ricos en alimento en la mayoría de los años, pero que esas diferencias hayan quedado diluídas en el 2007 al haber comida abundante en todos ellos. Será, por tanto, muy importante, completar el estudio en otros años para poder concluir a la hora de cuáles son los mejores hábitats para esta especie.



#### 4.5.- ESTADO SANITARIO DE LOS AGUILUCHOS

En los individuos capturados, el **peso** medio fue de  $259 \pm 19$  g para los machos ( $n = 13$ ), y de  $320 \pm 14$  g para las hembras ( $n = 11$ ). Estas cifras son ligeramente inferiores a las observadas en otras zonas de estudio. En Francia occidental, por ejemplo, se encontró un peso medio para los machos de  $281 \pm 28$  g, y para las hembras de  $340 \pm 31$  g (Arroyo et al. 2004). Igualmente, en el norte de Kazakhstan se encontró un peso para los machos reproductores de 280 g, y de 343 para las hembras (Terraube, Mougeot y Arroyo, datos no publicados). Esto podría indicar que los aguiluchos extremeños están en relativamente baja condición física. No obstante, es también posible que el peso relativamente bajo observado en los aguiluchos sea debido a otras razones, como a un tamaño relativamente más pequeño de los aguiluchos extremeños, o incluso a la más alta temperatura observada en esa zona, ya que, como se ha indicado, 2007 fue un año particularmente bueno en alimento, por lo que no es muy probable que los aguiluchos estuvieran en baja condición física. La **condición corporal** media de las hembras fue de  $3.12 \pm 0.35$  ( $n = 8$ ), y la de los machos fue de  $2.53 \pm 0.51$  ( $n = 13$ ). No existen datos comparativos para estos datos.

El **examen médico** externo no indicó ninguna lesión o malformación en ninguno de los individuos capturados.

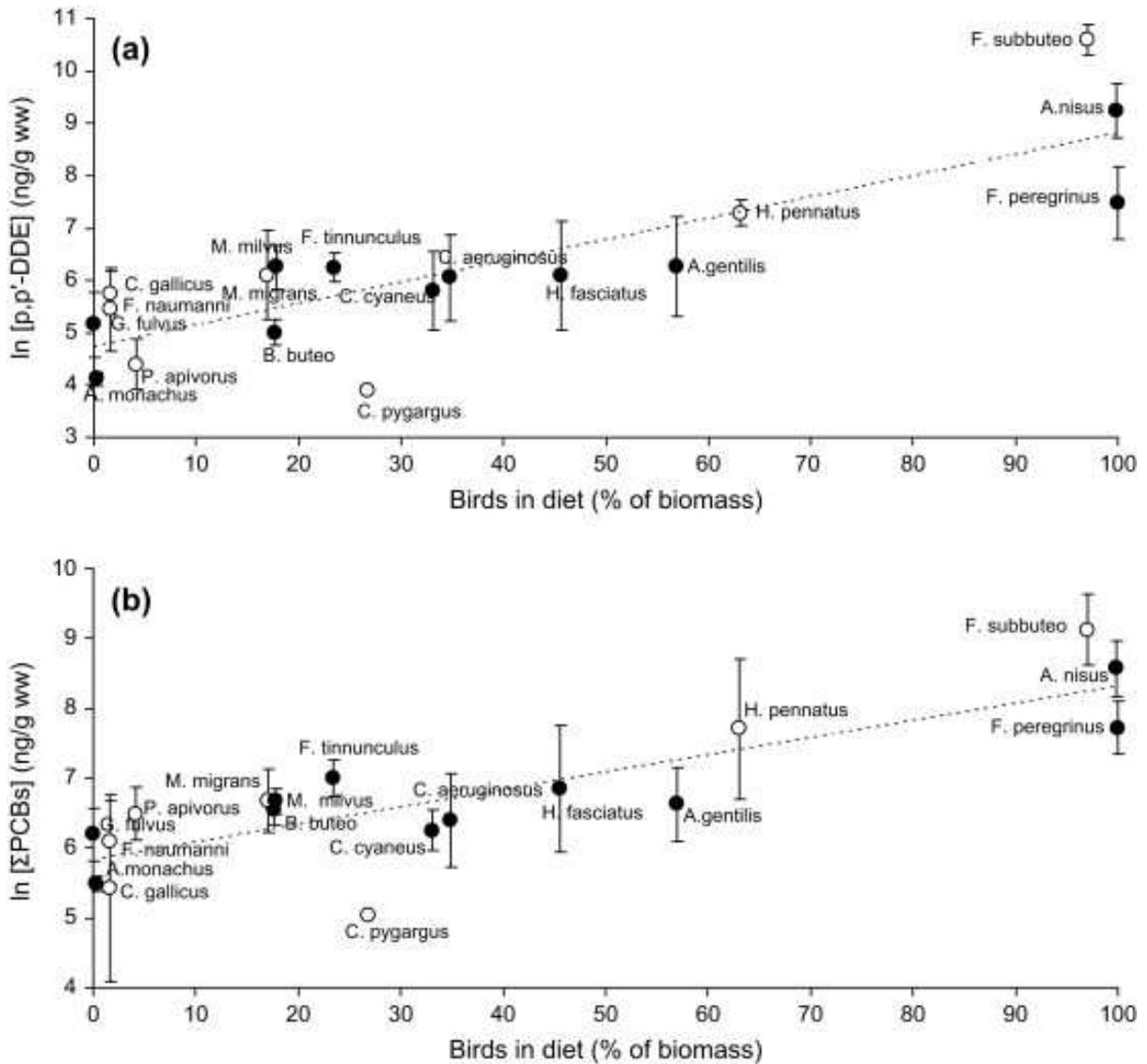
El **estudio hematológico** indicó que el hematocrito de los individuos muestreados estaba dentro del rango de los valores comunes (entre un 38% y un 55%). Relativo a las alteraciones advertidas en el hemograma, se observaron unas valoraciones cuánticas normalizadas no sujetas a procesos mórbidos o con consecuencias manifiestas de patogenia sintomática. Se ha observado anemia regenerativa, cierta linfocitosis y eosinofilia como hechos más destacables desde un plano clínico. Estos cuadros sanguíneos pueden estar debidos a procesos inflamatorios leves y/o agudos a endo y ectoparasitos.

El estudio de **bioquímica sanguínea** indicó valores de proteínas totales medios que han oscilado entre 3-5 g/dl. No se han verificado casos de hipoproteinemia asociada a malnutrición, parasitismo, enfermedad crónica, ni hiperproteinemia vinculada a la época de puesta. Los valores de GOT, CPK, LDH, Fósforo, Ácido úrico y calcio observados fueron normales, y sin evidencias de fallos renales y hepáticos.



En cuanto a los resultados microbiológicos, la **flora microbiana** más destacable incluye las bacterias gram positivas y se observa baja presencia de gram negativos. Igualmente se han aislado *Streptococcus*, *Staphilococcus*, *Enterobacter*... No se ha detectado *Salmonella spp* u otros patógenos potencialmente peligrosos.

Finalmente, y con respecto al estudio de **toxicología**, se están realizando actualmente los análisis de las muestras de sangre. En base a un estudio reciente del grupo de ecotoxicología del IREC y la Universidad Autónoma de Barcelona (Van Drooge et al., 2008) podemos esperar un grado de contaminación intermedio en el aguilucho cenizo, que podría ser más importante en aquellas zonas en que aparezcan más aves en su dieta (Figura 12).



**Figura 12.** Relación entre los niveles de organoclorados (p,p'-DDE y PCBs) en hígado y el porcentaje de aves en la dieta de las rapaces en España (extraído de Van Drooge et al. 2008). En este estudio fueron incluidos 8 aguiluchos de las tres especies presentes en España. El único ejemplar de aguilucho cenizo analizado presentó niveles muy bajos de organoclorados.

#### 4.6.- DISPERSIÓN NATAL

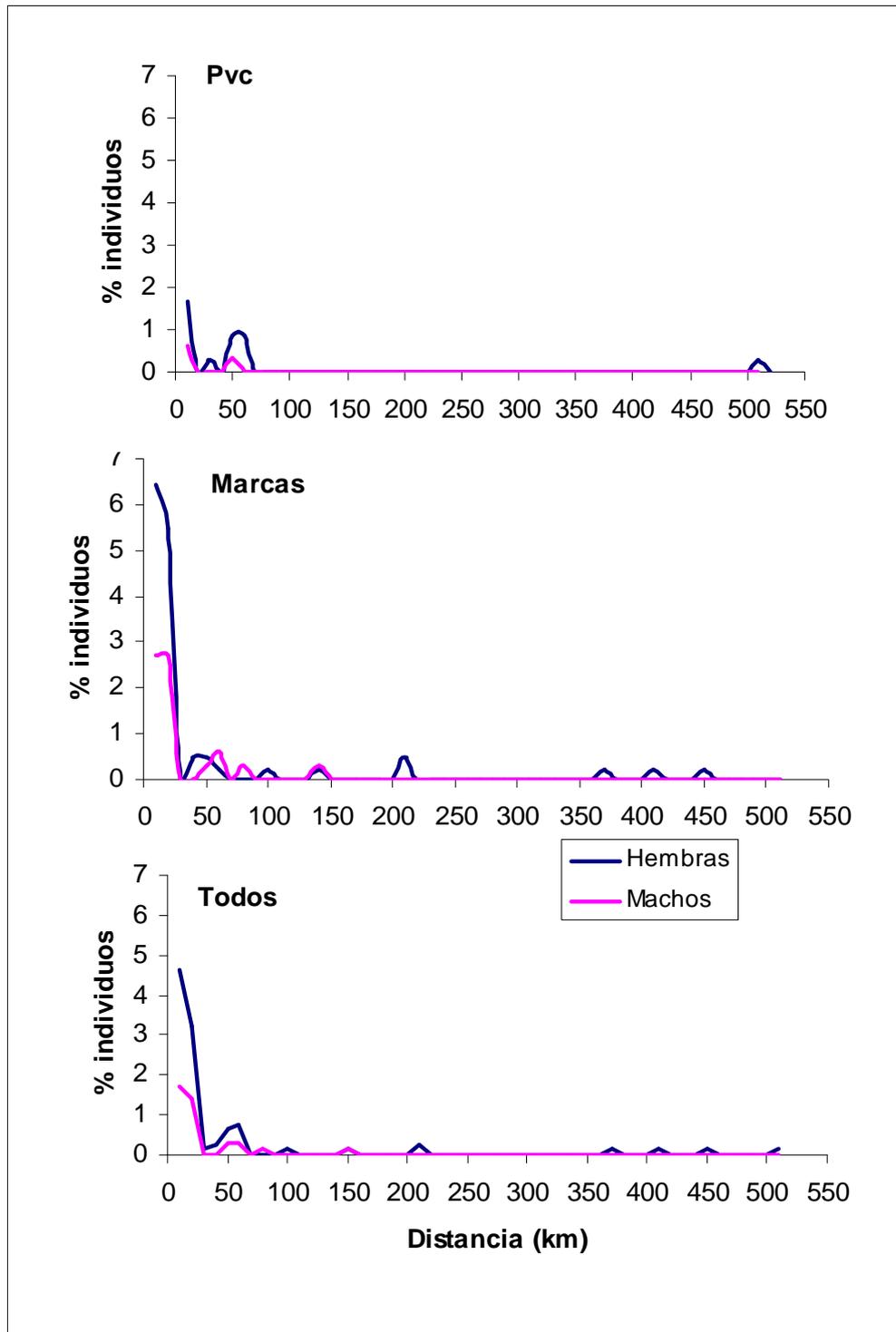
De los 1560 pollos marcados en las cuatro zonas, se obtuvieron datos en años posteriores de 102 (7.1% de los marcados). La media de edad de los pollos cuando fueron observados por primera vez en época reproductora (combinando datos de todas las zonas) fue de 2.8 años para las hembras y 3 años para los machos. En todas las zonas excepto en Huesca, el porcentaje de hembras observado en años posteriores fue mayor que el de machos (Tabla 6). Globalmente, los programas de marcas alares ofrecieron una tasa de observación posterior más alta que donde se usaron anillas de PVC (Tabla 6), probablemente debido a la mayor dificultad de observar anillas de colores que marcas alares, particularmente en los machos, que pasan relativamente menos tiempo posados alrededor del nido (es relevante remarcar que, de los tres machos con anillas PVC localizados en años posteriores, dos se detectaron al trampear, no por observación, frente a 1 hembra de las 14 detectadas localizada por trampeo). Dentro de los programas con marcas alares, la proporción de individuos marcados observados posteriormente fue mucho más alta en Madrid que en las otras dos zonas (Tabla 6). Probablemente esto se debe al mayor tamaño muestral (en cuanto a número de pollos marcados) de este programa, a que el esfuerzo de observación en la zona de estudio se combinó con un gran número de observadores adicionales en zonas aledañas, donde se realizaban campañas de protección de aguiluchos en esos años; y al hecho de que este programa sea relativamente antiguo (vista la edad media de los pollos observados por primera vez, es probable que los individuos marcados en Huesca y Extremadura se observen en años posteriores). También es posible que se hayan visto más aguiluchos marcados de Madrid porque ésta zona de estudio está en el centro de España.

**Tabla 6.** Proporción de pollos marcados observados en años posteriores al de marcaje durante la época reproductora.

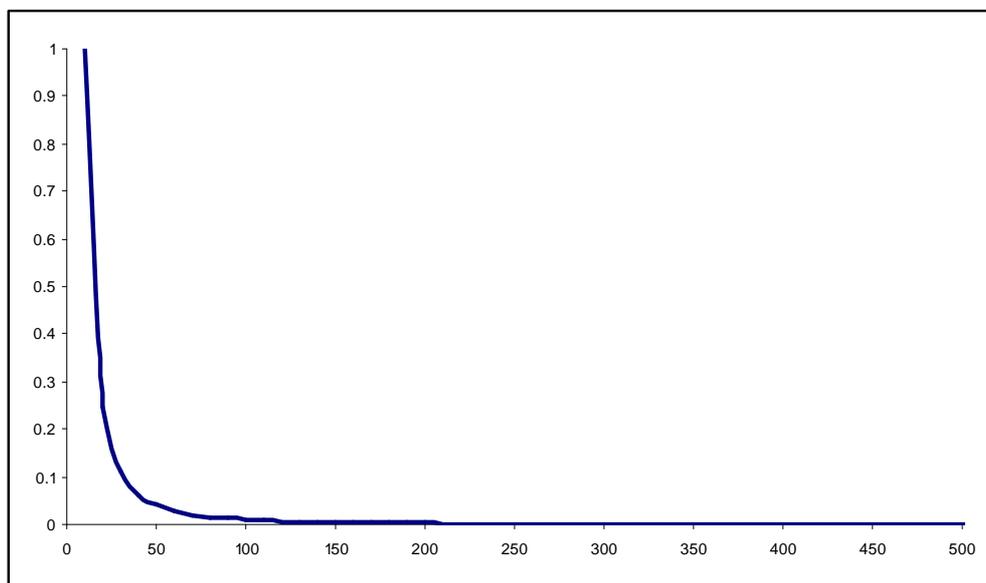
	hembras marcadas	machos marcados	% machos observados	% hembras observadas	% total
Castellón	359	318	0.94	3.90	2.51
Madrid	258	218	7.80	19.77	14.29
Extremadura	63	36	5.56	9.52	8.08
Huesca	99	76	5.26	5.05	5.14
<b>TOTAL MARCAS</b>	420	330	6.97	14.76	11.33
<b>TOTAL PVC</b>	359	318	0.94	3.90	2.51
<b>TOTAL</b>	779	648	4.01	9.76	7.15

En cuanto a las distancias de dispersión, la mayor parte (cerca del 75%) de las observaciones de ambos sexos ocurrieron a menos de 20 km de la zona natal (Figura 13), es decir, dentro de las zonas de estudio respectivas. El patrón general no difería mucho entre los marcajes con PVC o los marcajes con marcas alares (Figura 13). No parece haber grandes diferencias entre ambos sexos, aunque las mayores distancias de dispersión corresponden siempre a las hembras (Figura 13).

**Figura 13.** Proporción de individuos marcados observados en relación a la distancia entre la zona de nacimiento-marcaje, y la localización de la primera reproducción.



Vistas estas cifras, se podría concluir que la filopatria en esta especie es importante, y que de forma general los pollos vuelven a reproducirse a una distancia de menos de 20 km de su zona natal. Esta conclusión sería errónea. Un estudio en Francia estimó que la tasa de supervivencia juvenil (el porcentaje de pollos volados que sobrevive hasta el año siguiente) es de 31% y la supervivencia adulta de cerca del 75% (Millon 2006), y estas cifras no diferían entre sexos. Eso quiere decir que debería haber un mínimo de 272 aguiluchos marcados vivos tres años después del marcaje. Es decir, un mínimo de 139 individuos (52 hembras y 86 machos) marcados estaban vivos pero no fueron vistos. La probabilidad de que esos individuos estuvieran en las zonas de estudio (es decir, a menos de 20 km de su zona natal) es extremadamente baja, dado el alto esfuerzo de prospección y seguimiento de nidos que existe en todas las zonas de estudio durante los años de marcaje. En cambio, la probabilidad de detección de individuos marcados disminuye fuera de las zonas de estudio. Por un lado, porque el esfuerzo de prospección fuera de las zonas de estudio es considerablemente más bajo en general, y depende de la presencia de otras campañas intensivas de prospección de nidos de aguilucho (por ejemplo, el pequeño pico observado a 60 km en el caso de Castellón se corresponde a la presencia de una población monitorizada de cenizos en Tarragona). Por otro lado, porque aún asumiendo que la dispersión fuera aleatoria (es decir, que los aguiluchos se instalaran a cualquier distancia desde su zona natal), la probabilidad de detectarlos disminuye con la distancia a la zona natal, porque la superficie a prospectar aumenta con el radio (Figura 14). Así pues, lo más probable es que la distancia de dispersión natal media sea bastante mayor que la observada. En el caso de los machos, es particularmente intrigante la baja proporción de individuos observados. Aún asumiendo que la probabilidad de observar machos marcados es más baja que la de observar hembras, esta diferencia sólo puede deberse, o bien a que la probabilidad de supervivencia es mucho menor que en las hembras (y no existen razones para suponer esto), o bien a que la dispersión de los machos es más importante que la de las hembras, contrariamente a lo que se cree tradicionalmente.



**Figura 14.** Probabilidad de detección de un individuo que se dispersa de forma aleatoria en función de la distancia entre el nido y su primera reproducción, si el esfuerzo de prospección es constante.

Hay que tomar estas estimas con mucha precaución, ya que están basadas en datos fragmentarios. No obstante, y en cualquier caso, estos análisis muestran que la dispersión de esta especie es importante, y que el marcaje de pollos no es una técnica eficaz para evaluar la dispersión juvenil de esta especie, a no ser que se haga a muy gran escala y combinado con un gran esfuerzo espacial de observación en años posteriores (se puede ver, a ese nivel, el diseño de una campaña prevista por un equipo francés para la evaluación de este parámetro, que incluye el marcaje de 5000 pollos durante dos años, y que incluye una red de observadores por todo el territorio nacional francés así como en otros países, ver el documento en la dirección web siguiente para más información [http://www.busards.com/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=55&Itemid=74](http://www.busards.com/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=55&Itemid=74)). El marcaje de pollos tampoco contribuye a obtener una población de adultos marcados, visto que menos del 5% de los individuos marcados vuelve a las poblaciones de estudio.

Por otro lado, de los individuos que se observaron reproduciéndose, en 16 de ellos se observaron varios eventos reproductores sucesivos. La distancia media entre eventos reproductores fue de  $1.7 \pm 2.8$  km ( $n = 10$ ) para los machos y  $2.9 \pm 3.3$  km ( $n = 15$ ) para las hembras. Aunque los datos son relativamente escasos, parece observarse una tendencia a que la distancia al lugar de nacimiento disminuya con el tiempo: la segunda reproducción observada estaba de media  $1.6 \pm 2.5$  km más cerca del nido que la primera ( $n = 16$ ), y la tercera de media  $2.2 \pm 5.2$  km ( $n = 9$ ) más cerca del nido que la segunda (la cuarta estaba a la misma distancia que la tercera,  $0.5 \pm 0.5$ ,  $n = 3$ ). Esto quiere decir que el marcaje de adultos sí que podría ser una técnica relativamente eficaz para evaluar la supervivencia adulta, ya que la probabilidad de observar adultos reproductores en años sucesivos en las inmediaciones del lugar de captura es relativamente elevada. Debería, en cualquier caso, tenerse en cuenta que el marcaje con marcas alares es una técnica relativamente invasiva, y que sólo debería usarse cuando el seguimiento posterior sea lo suficientemente elevado para justificar las molestias a las aves, y en cualquier caso buscando una coordinación entre programas de marcaje para evitar que los datos sean invalidados al no poder identificar los individuos de forma correcta.



*Foto: Hans Hut*

## **5. – CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DE GESTIÓN**

Los resultados de este trabajo muestran que los aguiluchos utilizan un área relativamente amplia alrededor de las colonias para obtener el alimento. Es, por tanto, necesario, prever medidas que protejan el hábitat de estas zonas si se quiere obtener una gestión comprensiva para la especie.

Es importante tener en cuenta que 2007 fue un año excepcionalmente bueno en alimento, por lo que será necesario matizar los resultados de este informe con los obtenidos en 2008. No obstante, los resultados hasta la fecha indican la especie puede adaptarse bien a las variaciones entre zonas de disponibilidad de presas, y que la dieta puede variar entre zonas en función, probablemente, de las presas más accesibles en cada una. De este modo, los resultados de 2007 también indican que no hay un tipo de cultivo seleccionado de forma general en todas las zonas de estudio, sino que es probablemente más importante la abundancia total de alimento que el tipo de hábitat. En este sentido, las medidas de gestión encaminadas a proteger el alimento deberían concentrarse en el tipo de gestión agrícola (reducción en el uso de pesticidas, gestión de fechas de siega y labrado, etc) más que en promover cierto tipo de cubiertas agrícolas. No obstante, en caso de promover la siembra de ciertas parcelas, se podría sugerir una mezcla de leguminosas y cereal de invierno (yeros, habines, vezas y avenas del país) o con leguminosas (garbanzos y guisantes), ya que estas siembras en superficies de 3 a 30 hectáreas favorecen la disponibilidad de alimento y zona de cría para especies granívoras, de insectos o micromamíferos, todos ellos a su vez presas importantes de los aguiluchos.

El análisis global (en 2008) del efecto del hábitat y el cambio en usos del suelo en la productividad o tendencias poblacionales de las colonias de aguilucho permitirá tener mejor idea de la interacción entre hábitat, alimento y ecología poblacional para esta especie, y por tanto precisar más las medidas de gestión de hábitat en los alrededores de las colonias.

En cualquier caso, en los años en posteriores de este estudio, se podrían aplicar medidas complementarias en las parcelas anexas a las colonias, dirigidas a las zonas de caza y alimentación. La acción consistiría en arrendar cinturones o parcelas de pastizal, cereal u otros cultivos colindantes con colonias de cría, para la creación de territorios de caza. La gestión de estas parcelas consistiría en el mantenimiento de los pastizales y cultivos colindantes limitando las labores agrícolas y ganaderas en época sensible y en la no utilización de herbicidas y otros productos fitosanitarios que eliminan las especies presa. Este tipo de acción permitiría evaluar de forma casi-experimental si la creación de estos espacios beneficia directamente a la especie.

El estudio también indica que los aguiluchos extremeños parecen estar relativamente en buena condición física, aunque los análisis tóxicos permitirán precisar este punto. Por último, los análisis de programas de marcaje sugieren que el uso de marcas alares en pollos no es una técnica muy eficaz para determinar parámetros como la dispersión natal, pero que el marcaje de adultos puede contribuir a la determinación de variaciones en la supervivencia adulta.

## **6- REFERENCIAS**

- Arroyo, B. & García, J. 2008. El aguilucho cenizo y el aguilucho pálido en España. Población en 2006 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid.
- Arroyo, B. E. 1995. *Breeding ecology and nest dispersion of Montagu's Harrier Circus pygargus in central Spain*. Tesis doctoral. University of Oxford. Oxford.
- Arroyo, B., Leckie, F., & Redpath, S. 2006. Habitat use and range management on priority areas for hen harriers: final report. Report to Scottish Natural Heritage, Edinburgh, UK. 57 pp.
- Arroyo, B.E. & Bretagnolle, V. 2000. Evaluating the long-term effectiveness of conservation practices in Montagu's Harrier Circus pygargus. In: Chancellor R.D. & Meyburg B.-U. (Eds.). *Raptors at Risk*. Cornwall: Pica Press. Pp: 403-408.
- Arroyo, B.E. 1997. Diet of Montagu's Harrier Circus pygargus in central Spain: analysis of temporal and geographic variation. *Ibis* 139: 664-672.
- Arroyo, B.E. 1998. Effect of diet on the reproductive success of Montagu's Harrier Circus pygargus. *Ibis* 140: 690-693.
- Arroyo, B.E. 2002. Fledgling sex ratio variation and future reproduction probability in Montagu's Harrier, Circus pygargus. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 52: 109-116.pdf
- Arroyo, B.E., Bretagnolle, V. & Leroux, A.L.A. 2007. Interactive effects of food and age on breeding in the Montagu's Harrier Circus pygargus. *Ibis*. 149: 806-813
- Arroyo, B.E., García, J.T. & Bretagnolle, V. 2002. Conservation of the Montagu's Harrier (Circus pygargus) in agricultural areas. *Anim. Conserv.* 5: 283-290. pdf
- Arroyo, B.E., García, J.T. & Bretagnolle, V. 2004. Montagu's Harrier. *Bwp update* 6: 41-55.
- Calderón, M., Capilla, J. E., Galán, C., Gómez-Calzado, M., González, A., Larios, J., Lozano, L., Lozano, S., Núñez, J. C., Rivas, A. L., Rodríguez, J. A., Sierra, F. y Traverso, J. M. 1995. Situación actual del Aguilucho Cenizo Circus pygargus en Extremadura. *Alytes*, 7: 409-418.
- Castaño, J. P. 1996. Ecología reproductiva del aguilucho cenizo Circus pygargus en el Campo de Montiel. Tesis doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- Corbacho, C. and J.M. Sánchez. 2000. Clutch size and egg size in the breeding strategy of Montagu's harrier Circus pygargus in a Mediterranean area. *Bird Study* 47: 245-248.
- Corbacho, C., Muñoz, A. and Bartolome, P. 1995. Espectro trófico del Aguilucho cenizo Circus pygargus en Extremadura. *Alytes* 7: 433-440.
- Corbacho, C., Sánchez, J. M. y Sánchez, A. 1997. Breeding biology of Montagu's harrier (Circus pygargus) L. in agricultural environments of southwest Spain; comparison with other populations in the western Palearctic. *Bird Study*, 44: 166-175.
- Ferrero, J. J. 1995. La población ibérica de Aguilucho Cenizo Circus pygargus. *Alytes*, 7: 539-560.
- Finlayson, C. 1992. *Birds of the Strait of Gibraltar*. T & AD Poyser. London
- FOTEX. 2001. Censo del aguilucho cenizo en Extremadura y su campaña de salvamento 2001. Informe inédito para Consejería de Medio Ambiente. Junta de Extremadura. Mérida.
- Franco, A., Malico, I. Martins, H. & Sarmiento, N. 1998. Alguns dados sobre a alimentação do Tartaranhão caçador Circus pygargus em Castro Verde. *Airo* 9: 49-53.
- García, J.T. & Arroyo, B. 2003. Aguilucho cenizo Circus pygargus. In: R. Martí y J. C. del Moral (Eds.): *Atlas de las Aves Reproductoras de España*, pp. 178-179.

- Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- García, J.T. & Arroyo, B.E. 1998. Migratory movements of western European Montagu's Harrier *Circus pygargus*: a review. *Bird Study* 45: 188-194.pdf
- García, J.T. & Arroyo, B.E. 2002. Intra and interspecific agonistic behaviour in sympatric harriers during the breeding season. *Anim. Behav.* 64: 77-84. pdf
- Hiraldó, F., F. Fernández and F. Amores. 1975. Diet of the Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in southwestern Spain. *Doñana Acta Vertebrata* 2: 25-55.
- Kenward, R.E. 2001. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, San Diego, California.
- Koks, B.J., Van Scharenburg, K.W.M. & Visser, E.G. 2001. *Grauwe kiekendieven Circus pygargus* in Nederland: balanceren tussen hoop en vrees. *Limosa*. 74, 121-136.
- Koks, B.J., Trierweiler, C., Visser, E.G., Dijkstra C. & Komdeur J. 2007. Do voles make agricultural habitat attractive to Montagu's Harrier *Circus pygargus*? *Ibis* 149: 575-586.
- Mateo R, Gil C, Badia-Vila M, Guitart R, Hernández-Matías A, Sanpera C, Ruiz X. 2004. Use of fatty acids to explain variability of organochlorine concentrations in eggs and plasma of common terns (*Sterna hirundo*). *Ecotoxicology* 13:545-54
- Millon, A. 2006. Influence de la variation cyclique des proies sur un prédateur. Approches individuelle et populationnelle du système Busard cendré /Campagnol des champs. Tesis de Doctorado. Université Paris VI. París.
- Millon, A., Bourrioux, J. L., Riols, C. y Bretagnolle, V. 2002. Comparative breeding biology of Hen and Montagu's Harriers: an eight-year study in north-eastern France. *Ibis*, 144: 94-105.
- Millon, A., Bretagnolle, V. y Leroux, A. 2004. Busard Cendré. *Circus pygargus*. En, J. M. Thiollay y V. Bretagnolle. (Eds.). *Rapaces nicheurs de France. Distribution, effectif et conservation*, pp. 70-74. Delachaux et Niestlé. París.
- Palma, L. 1985. The present situation of birds of prey in Portugal. In *Conservation Studies of Raptors*, ed. by I. Newton & R.D. Chancellor. International Council for Bird Preservation, Cambridge. pp. 3-14.
- Salamolard, M. 1998. Strategie d'utilisation des ressources chez une espèce de rapace semi-colonial, le busard cendré (*Circus pygargus*). PhD thesis, Université de Tours, France.
- Salamolard, M., Butet, A., Leroux, A. y Bretagnolle, V. 2000. Responses of an avian predator to variations in prey density at a temperate latitude. *Ecology*, 81: 2428-2441.
- Sánchez-Zapata, J.A. and J.F. Calvo. 1998. Importance of birds and potential bias in food habit studies of Montagu's harriers (*Circus pygargus*) in southeastern Spain. *Journal of Raptor Research* 32: 254-256.
- Van Drooge B, Mateo R, Vives I, Cardiel I, Guitart R. 2008. Organochlorine residue levels in livers of birds of prey from Spain: Inter-species comparison in relation with diet and migratory patterns. *Environmental Pollution* (en prensa).